

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Інститут енергозбереження та енергоменеджменту
Кафедра теплотехніки та енергозбереження

«На правах рукопису»
УДК 628.8

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

(підпис) В.І.Дешко
(ініціали, прізвище)

“ ” _____ 2020 р.

**Магістерська дисертація
на здобуття ступеня магістра**

зі спеціальності 144 «Теплоенергетика»

освітньо-професійна програма «Енергетичний менеджмент та інжиніринг
теплоенергетичних систем»

на тему: «Методи та засоби підвищення енергоефективності студентського
гуртожитку №1 КПІ ім.Ігоря Сікорського»

Виконав: студент VI курсу, групи ОТ–91мп
(шифр групи)

Новак Борис Михайлович
(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Керівник доцент, к.т.н., доцент Шовкалюк М. М.
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Консультанти:

Електротехнічна частина к.т.н., доцент Замулко А.І.

Стартап-проект к.т.н., доцент Шевчук Н.А.

Моделювання енергетичних
процесів і систем к.т.н., доцент Суходуб І.О.

Нормоконтроль к.т.н., доцент Шкляр В.І.

Рецензент _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2020 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

Інститут (факультет) Інститут енергозбереження та енергоменеджменту
(повна назва)

Кафедра Теплотехніки та енергозбереження
(повна назва)

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

Спеціальність 144 «Теплоенергетика»
(код і назва)

Освітньо-професійна програма «Енергетичний менеджмент та інжиніринг
теплоенергетичних систем»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ В.І. Дешко
(підпис) (ініціали, прізвище)

« ____ » _____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студенту

Новаку Борису Михайловичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації «Методи та засоби підвищення енергоефективності
студентського гуртожитку №1 КПІ ім.Ігоря Сікорського»,
науковий керівник дисертації Шовкалюк Марина Михайлівна, к.т.н., доцент,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «3» листопада 2020 р. № 3199-с

2. Термін подання студентом дисертації 7 грудня 2020 р.

3. Об'єкт дослідження 5-поверховий студентський гуртожиток за адресою
м. Київ, вул. Академіка Янгеля, 5

4. Вихідні дані до магістерської дисертації геометричні та теплофізичні
характеристики огорожувальних конструкцій будівлі, річне споживання
енергоресурсів (теплова енергія – 798,69 Гкал, електроенергія – 286733
кВт·год, холодна вода – 32959 м³), режим експлуатації

5. Перелік завдань, які потрібно розробити 1) дослідження енергетичних систем будівлі та визначення можливих шляхів підвищення ефективності їх використання; 2) огляд методів та засобів регулювання енергоспоживанням; 3) моделювання енергоспоживання будівлі; 4) розроблення стартап-проекту

Орієнтовний перелік ілюстративного матеріалу до пояснювальної записки додається презентація виконана в PowerPoint, креслення 1-4 (Схема теплопостачання, схема електропостачання, план поверху, спеціалізація)

7. Орієнтовний перелік публікацій: III науково-технічна конференція магістрантів ІЕЕ (27 листопада 2020 р.)

8. Консультанти розділів дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Електротехнічна частина	доцент Замулко А.І.		
Стартап-проект	доцент Шевчук Н.А.		
Моделювання енергетичних процесів і систем	доцент Суходуб І.О.		
Нормоконтроль	доцент Шкляр В.І.		

9. Дата видачі завдання 02.09.2020 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Загальні відомості про об'єкт дослідження	26.10. 2020 - 11.11. 2020	
2	Інжиніринг енергетичних систем	26.10. 2020 - 07.12. 2020	
3	Спеціалізація	26.10. 2020 - 07.12. 2020	
4	Енергоменеджмент та моніторинг	26.10. 2020 - 09.11. 2020	
5	Стартап-проект	02.11. 2020 - 07.12. 2020	
6	Нормативне оформлення магістерської дисертації	30.11.2020-07.12. 2020	
7	Попередній захист	07.12.2020-12.12.2020	

Студент

(підпис)

Б. М. Новак
(ініціали, прізвище)

Науковий керівник дисертації

(підпис)

М. М. Шовкалюк
(ініціали, прізвище)

РЕФЕРАТ

Обсяг магістерської роботи – 79 аркушів, кількість рисунків – 22, таблиць – 42.

Актуальність теми дослідження пов'язана із постійним зростанням тарифів на комунальні послуги, що стимулює до економії, а отже виникає необхідність пошуку шляхів зниження споживання енергетичних ресурсів. Основним інструментом скорочення енергоспоживання є більш раціональне та ефективне використання ресурсів і термомодернізація. Житловий фонд України є однією з найбільш енергоємних галузей, тому очевидною є доцільність першочергового впровадження заходів саме у цій сфері.

Мета дослідження – визначення методів та засобів управління енергоспоживанням у студентський гуртожиток з метою підвищення ефективності енерговикористання.

Об'єкт дослідження – 5-поверховий студентський гуртожиток за адресою м. Київ, вул. Академіка Янгеля, 5.

Предмет дослідження – енергоспоживання будівлі, теплотехнічні характеристики огорожувальних конструкцій будівлі, характеристики інженерних мереж.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у розвитку методичних аспектів та методів аналізу, оцінювання і моніторингу показників ефективності енерговитрат житлових будівель. Розроблено модель для дослідження енергоспоживання у спеціалізованому програмному продукті DesignBuilder та виконано порівняльну оцінку даних в результаті моделювання будівлі з урахуванням конструктивних особливостей та характеристик інженерних систем та за національною методикою розрахунку до та після впровадження енергоефективних заходів.

Матеріали магістерської дисертації можуть бути використані при підготовці і викладанні дисциплін «Енергозбереження будівель і споруд» та «Методи енергомоніторингу та енергоаудиту будівель» для студентів спеціальності 141

«Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», 144
«Теплоенергетика».

Апробація результатів дослідження:

Основні результати за тематикою роботи обговорювалися та доповідалися на III науково- технічній конференції магістрантів ІЕЕ (27 листопада 2020 р.).

Ключові слова та словосполучення: управління енергоспоживанням, енергомоніторинг, житлова будівля, підвищення енергоефективності, енергозбереження.

ABSTRACT

The volume of master's work - 79 sheets, the number of drawings - 22, tables - 42.

The relevance of the research topic is related to the steady increase in utility tariffs, which is cost-effective, and therefore there is a need to find ways to reduce energy consumption. The main tool for reducing energy consumption is a more rational and efficient use of resources and thermal modernization. The Housing Fund of Ukraine is one of the most energy-intensive industries, so it is obvious that it is advisable to implement measures in this area first and foremost.

The purpose of the study is to determine the methods and means of energy management in the student dormitory in order to improve energy efficiency.

Object of study - 5-storey student dormitory at Kyiv, st. Academician Yangel, 5.

The subject of the study is the energy consumption of the building, the thermal characteristics of the building envelope structures, the characteristics of the engineering networks.

The scientific novelty of the obtained results is the development of methodological aspects and methods of analysis, evaluation and monitoring of energy efficiency indicators of residential apartment buildings. A model has been developed for the study of energy consumption in the specialized software product DesignBuilder and a comparative evaluation of data resulting from the modeling of the building, taking into account the structural features and characteristics of engineering systems and according to the national method of calculation before and after the implementation of energy efficient measures.

The materials of the master's thesis can be used in the preparation and teaching of the courses "Energy Saving of Buildings and Structures" and "Methods of Energy Monitoring and Energy Auditing of Buildings" for students of specialty 141 "Electric Power Engineering, Electrical Engineering and Electromechanics", 144 "Power Engineering".

Testing the results of the study :

The main results were discussed and reported at III Scientific and Technical Conference of IEE Undergraduates (November 27, 2020).

Keywords and phrases: energy management, energy monitoring, residential building, energy efficiency improvement, energy saving.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ, СКОРОЧЕНЬ.....	10
ВСТУП.....	11
1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ОБ’ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	12
1.1 Загальний опис.....	12
1.2 Фактичне споживання енергетичних ресурсів.....	14
Висновки до розділу	17
2 ІНЖИНІРИНГ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ ЖИТЛОВОЇ БУДІВЛІ.....	18
2.1 Дослідження огорожувальних конструкцій будівлі.....	18
2.2 Дослідження інженерних мереж.....	21
2.3 Шляхи підвищення використання системи тепlopостачання.....	24
2.4 Пропозиції щодо енергозбереження.....	26
2.5 Дослідження системи електропостачання.....	29
2.5.1 Аналіз сучасного стану постачання електричної енергії.....	29
2.5.2 Аналіз поточного технічного стану системи електропостачання.....	32
2.5.3 Шляхи підвищення ефективності використання системи електропостачання для забезпечення електричною енергією.....	34
2.5.4 Пропозиції щодо модернізації системи електропостачання об’єкту для реалізації завдань магістерської дисертації.....	37
Висновки до розділу	38
3 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНЖИНІРИНГ.....	40
3.1 Теплотехнічний розрахунок після запровадження заходів з енергозбереження.....	40
3.2 Моделювання в програмному середовищі DesignBuilder.....	45
Висновки до розділу	52
4 ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТ ТА	
МОНІТОРИНГ.....	53
4.1 Організація системи енергоменеджменту закладу.....	53

4.2 Температурні умови комфортності та вміст CO ₂ в повітрі.....	56
4.2.1 Температурні карти.....	56
4.2.2 Вміст та норми концентрації CO ₂ в повітрі.....	57
4.3 Впровадження системи АСЕМ.....	58
Висновки до розділу	60
5 СТАРТАП-ПРОЕКТ «СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ТА УМОВ МІКРОКЛІМАТУ В СТУДЕНТСЬКОМУ ГУРТОЖИТКУ».....	61
5.1 Цілі та етапи реалізації стартап-проекту.....	61
5.2 Обґрунтування актуальності та новизна інноваційної ідеї стартап-проекту.....	62
5.3 Аналіз конкурентного середовища.....	62
5.4 Обґрунтування ресурсного забезпечення проекту.....	63
5.5 Ключові види діяльності та ключові партнери.....	64
5.6 Фінансове обґрунтування стартап-проекту.....	66
5.6.1 Прямі матеріальні витрати.....	66
5.6.2 Витрат на оплату праці.....	66
5.6.3 Обґрунтування вартості задіяних основних фондів та амортизаційних відрахувань.....	68
5.6.4 Інші прямі витрати.....	68
5.6.5 Загальновиробничі витрати.....	68
5.6.6 Умовно-змінні витрати.....	69
5.6.7 Умовно-постійні витрати.....	69
5.6.8 Накладні витрати.....	69
5.6.9 Обґрунтування собівартості інноваційної ідеї стартап-проекту.....	70
5.7 Обґрунтування рівня рентабельності (прибутковості) інноваційної ідеї.....	70

5.8 Обґрунтування вартості виробництва інноваційної техніки (технології)...	71
5.9 Цільові групи потенційних споживачів.....	72
5.10 Канали збуту.....	72
5.11 Бізнес-модель проекту (обладнання, технології).....	73
Висновки до розділу	74
ВИСНОВКИ.....	75
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	77

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ, СКОРОЧЕНЬ

СКОРОЧЕННЯ

ЖКГ – Житлово-комунальне господарство
 ДСТУ – Державний стандарт України
 ДБН – Державні будівельні норми
 ISO – International Organization for Standardization
 ІТП – індивідуальний тепловий пункт
 КП – комп’ютерна програма
 АСЕМ – автоматизована система енергомоніторингу
 ФОП – фонд оплати праці
 МНМА – малоцінні необоротні матеріальні активи

ПОЗНАЧЕННЯ ТА СИМВОЛИ

CO₂ – вуглекислий газ
 t_{co} - середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період
 $t_{вн}$ - розрахункова температура внутрішнього повітря
 R – опір теплопередачі
 Q – споживання теплової енергії/теплові втрати
 t_{po} – розрахункова температура зовнішнього повітря
 $T_{ок}$ – термін окупності

ВСТУП

Постійне зростання вартості енергоресурсів та незадовільний стан житлово-комунального господарства обумовлює актуальність пошуку шляхів управління енергоспоживанням та підвищення енергетичної ефективності будівель. Основним інструментом скорочення енергоспоживання є більш раціональне та ефективне використання ресурсів і термомодернізація.

Будівлі збудовані в 20-х роках минулого століття мають низькі теплотехнічні характеристики огорожень і застарілі інженерні комунікації, тому вимагають суттєвих витрат для реконструкції. Необізнаність населення у сфері енергоефективності також має негативний вплив на і без того сумну ситуацію. Для існуючих будівель є великий потенціал енергозбереження, тому впровадження енергоефективних заходів з доведенням огорожувальних конструкцій до сучасних норм дозволить значно знизити енергоспоживання галузі та, відповідно, знизити енергетичну залежність нашої держави.

Аналіз ефективності використання енергетичних ресурсів будівель повинен відбуватися з застосуванням сучасних технічних рішень. Сучасні програмні продукти та регулярний моніторинг та аналіз даних дозволяють оцінювати енергетичні характеристики, прогнозувати рівень енергоспоживання та приймати рішення щодо підвищення ефективності використання енергоресурсів.

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Загальний опис

Рисунок 1.1- Загальний вигляд об'єкту дослідження

Адреса будівлі: м. Київ, вул. Академіка Янгеля, 5.

Функціональне призначення: студентський гуртожиток.

Загальна площа: 5934 м².

Загальний об'єм: 20175 м³.

Опалювальна площа: 4711 м².

Опалювальний об'єм: 16017 м³.

Кількість поверхів: 5.

Рік прийняття в експлуатацію: 1927.

Кількість кімнат: 172.

Кількість під'їздів: 1.

Опис технічного стану огорожувальних конструкцій:

Зовнішні стіни виконані з червоної цегли товщиною 0,56 м.

Загальна площа віконних блоків складає 14,5% від загальної площі фасаду.

Вікна частково дерев'яні, частково замінені на метало-пластикові.

Двері центрального входу дерев'яні не утеплені, наявний тамбур вхідної групи.

Дах – скатений.

Під всією площею будівлі розміщений неопалювальний підвал, в якому знаходиться ТП. Підлога – підлогове покриття після бетонної підготовки по пустотілій плиті перекриття.

Об'єкт дослідження представлено на рисунках 1.1 та 1.2.



Рисунок 1.1 – Студентський гуртожиток, вул. Академіка Янгеля, 5

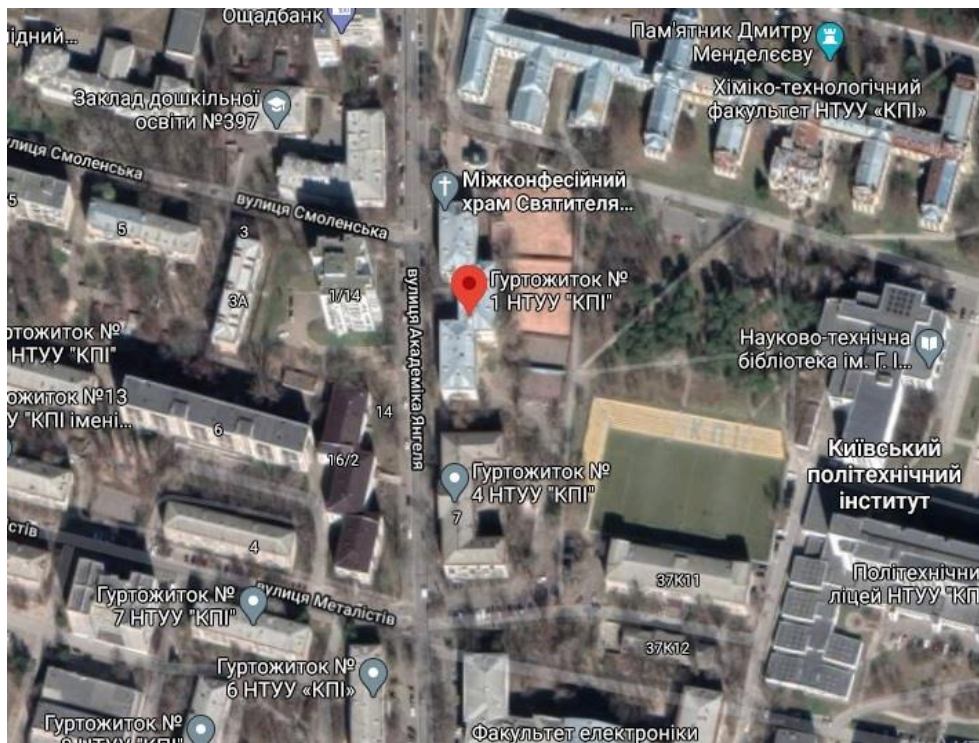


Рисунок 1.2 – Зображення об'єкта на карті

1.2 Фактичне споживання енергоресурсів

Для забезпечення потреб мешканців, у будівлі використовуються енергетичні ресурси, наведені у таблиці 1.1 (споживання у натуральній формі) та таблиці 1.2 (споживання у грошовій формі). Оплата спожитих енергоресурсів відбувається відповідно до діючих тарифів.

Таблиця 1.1 – Дані про енергоспоживання впродовж 2017-2019 рр. у натуральній формі

№ п/п	Найменування енергоносія	Одиниці виміру	Обсяг споживання енергоносія		
			2017	2018	2019
1	Теплова енергія	Гкал/рік	904,7	726,7	798,7
2	Електрична енергія	кВт·год/рік	323125	320040	286733
3	Холодна вода	м ³	43099	20957	20745

Таблиця 1.2 – Дані про енергоспоживання протягом 2017-2019 рр. у грошовій формі

№ п/п	Найменування енергоносія	Обсяг сплачених коштів за споживання енергоресурсів, грн.		
		2017	2018	2019
1	Теплова енергія	1 252 518	962 362	1 224 742
2	Електрична енергія	287 190	290 898	260 716
3	Холодна вода	580 007	260 956	416 076

Обсях коштів, сплачених у 2019 році за спожиті енергоресурси наведено на рисунку 1.3.

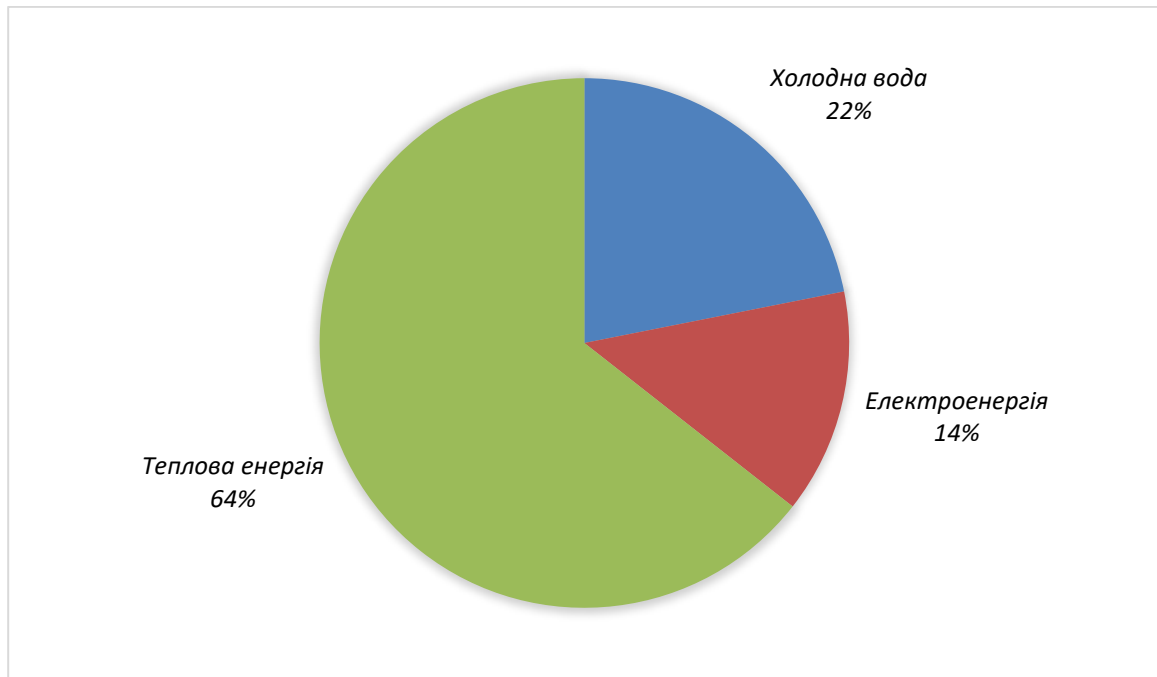


Рисунок 1.3 – Оплата енергоресурсів у 2019 році

Динаміку споживання електричної енергії (кВт·год) за місяцями зображено на рисунку 1.4.

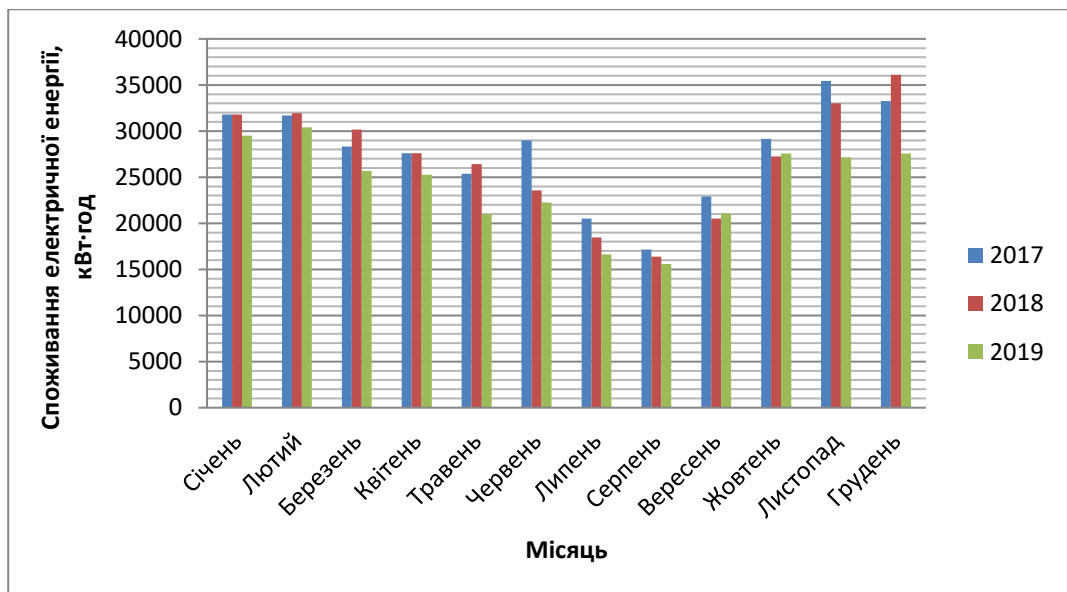


Рисунок 1.4 – Динаміка споживання електричної енергії за 2017-2019 рр.

Споживання електричної енергії нерівномірне протягом року, оскільки взимку та восени тривалість світлового дня менше і більше часу використовується освітлення. Влітку споживання електричної енергії знижується

через канікули. Взимку також клімат в кімнатах сприяє високому електроспоживанню через те, що можливе використання електричних опалювальних приладів для створення комфортних умов.

Використання електричної енергії, протягом року значно змінюється, що зумовлено тим що, в різні пори року освітлення використовується, більші чи менші періоди часу. Різкий спад споживання в літку зумовлений, канікулами, та меншою присутністю студентів. Взимку споживання збільшується і за рахунок додаткового догрівання кімнат, за рахунок електро нагрівачів.

Динаміку споживання теплової енергії на потреби опалення (Гкал) за місяцями зображено на рисунку 1.5.

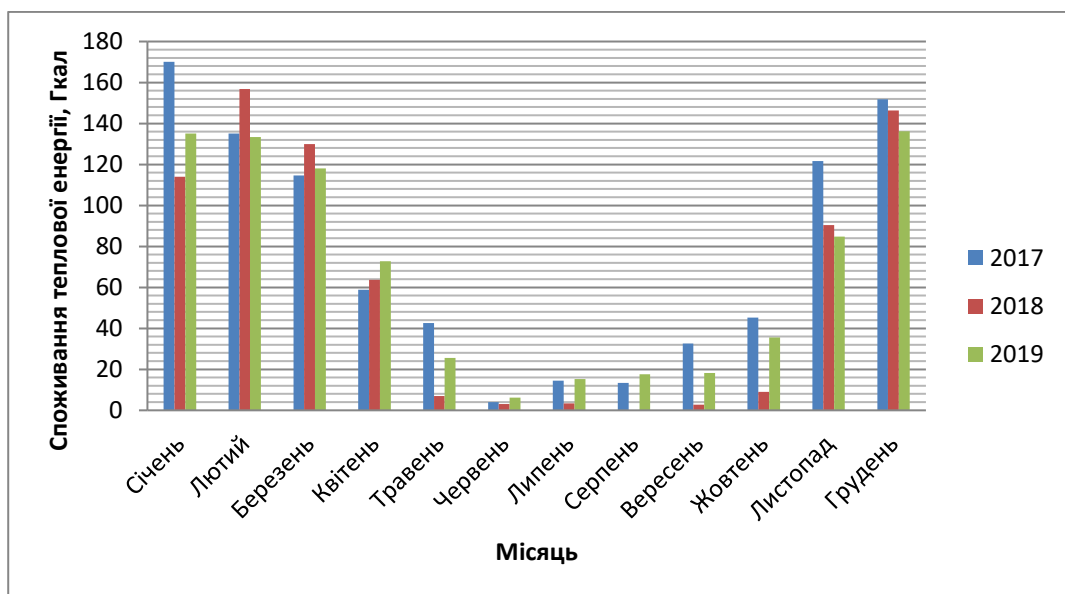


Рисунок 1.5 – Динаміка споживання теплової енергії за 2017-2019 рр.

Споживання теплової енергії в основному залежить від погодних умов, тому графік споживання відображає зміни температури.

Споживання теплової енергії в більшій мірі залежить від зовнішньої температури повітря.

В гуртожитку тепла енергія використовується для опалення приміщень, тому максимальне споживання теплової енергії спостерігається у опалювальний період.

Висновки до розділу

З даних діаграми бачимо, що найбільше грошей витрачається на оплату за теплову енергію та ГВП, в середньому 64%. На електроенергію – 14%, а на воду холодну – 22%. З вище сказаного можна зробити висновок про те, що в першу чергу необхідно зробити акцент на впровадженні енергозберігаючих заходів, які в подальшому призведуть до зниження споживання теплової енергії, паралельно досліджуючи можливість впровадження заходів з енергозбереження в системах електропостачання та водопостачання.

2 ІНЖИНІРИНГ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ ЖИТЛОВОЇ БУДІВЛІ

2.1 Дослідження огорожувальних конструкцій будівлі

Опір теплопередачі термічно однорідного непрозорого огороження розраховується за формулою:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_e} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_z}, \quad (2.1)$$

де, α_e , α_z – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, (Вт/м²·К), [1];

δ_i – товщина і-го шару огорожувальної конструкції, (м);

λ_i – коефіцієнт теплопередачі і-ого шару огороження, (Вт/м·К);

n – кількість шарів огорожувальної конструкції.

Значення опору теплопередачі всіх огорожувальних конструкцій та порівняння їх з нормативними значеннями [1] наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Опір теплопередачі огорожувальних конструкцій

Вид огорожувальної конструкції	Значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції (м ² ·К)/Вт		Площа А, м ²
	існуюче приведені значення	мінімальні вимоги	
Зовнішні стіни	1,35	2,8	3688
Горищні перекриття неопалювальних горищ	1,37	4,95	1534
Перекриття над неопалювальним підвалом	1,38	3,75	1184,5
Світлопрозорі огорожувальні конструкції	0,46	0,75	624
Зовнішні двері	0,37	0,6	91,6

Стіни будівлі самонесучі виконані з червоної цегли. Загальна товщина стіни складає - 560 мм. При візуальному огляді пошкоджень чи дефектів конструкції не виявлено. Приведений опір теплопередачі не відповідає мінімальним вимогам.

Загальна площа віконних блоків складає 14% від загальної площі фасаду (коефіцієнт скління фасаду становить 0,14). Вікна частково в дерев'яних рамах, частково в металопластикових. При візуальному огляді виявлено нещільності (між віконною коробкою і рамою) у старих дерев'яних вікнах. Приведений опір теплопередачі віконних конструкцій відповідає вимогам.

Вхідні двері – дерев'яні, на момент проведення енергетичного обстеження знаходяться у задовільному стані. Приведений опір теплопередачі дверей не відповідає мінімальним вимогам.

Стан даху задовільний, на час проведення енергетичного аудиту значних пошкоджень даху не спостерігалось. Приведений опір теплопередачі не відповідає вимогам.

Під всією площею будівлі знаходиться неопалювальний підвал. Фундамент будівлі стрічковий з бетонних блоків. Підлога – декоративна плитка після бетонної підготовки по пустотілій плиті перекриття. Приведений опір теплопередачі не відповідає мінімальним вимогам.

Втрати теплоти, кВт, через огорожувальні конструкції будівлі визначаються за формулою:

$$Q = F \cdot \frac{1}{R} \cdot (t_{\text{вн.}} - t_{\text{р.о.}}) \cdot (1 + \Sigma\beta) \cdot n, \quad (2.2)$$

де F – площа огорожувальних конструкцій, м^2 ;

R – опір теплопередачі ($\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$);

$t_{\text{вн.}}$ – температура всередині приміщення, $t_{\text{вн.}} = 20^\circ\text{C}$ [3] ;

$t_{\text{р.о.}}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, приймається рівною температурі найхолоднішої п'ятиденки, $t_{\text{р.о.}} = -22^\circ\text{C}$ для першої температурної зони, в якій знаходиться місто Київ [3];

$\Sigma\beta$ – сумарні додаткові втрати теплоти у відсотках від основних тепловтрат [2];

n – коефіцієнт, який враховує зменшення розрахункової різниці температур, залежить від положення зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції по відношенню до зовнішнього повітря [2].

Витрата теплоти, B_m , на підігрів зовнішнього повітря, що надходить в приміщення крізь нещільності огорож внаслідок роботи природної витяжної вентиляції, згідно з санітарними нормами знаходиться за формулою:

$$Q_{\text{inf.}}^{\text{CH}} = 0,337 \cdot V \cdot (t_{\text{BH.}} - t_{\text{p.o.}}), \quad (2.3)$$

де V – вентиляований об'єм будівлі.

Втрати теплоти за рахунок інфільтрації та через огорожувальні конструкції розраховано та наведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Втрати теплоти через огорожувальні конструкції

ОК	Тип	Орієнтація ОК	Площа ОК, м ²	$\frac{K}{Вт/(м^2 \cdot ^\circ C)}$	$\Delta t, ^\circ C$	n	$1+\Sigma\beta$	$Q_o, Вт$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ЗС	Цегляні	Пд	242	0,74	40	1	1,05	7521,36
		Зх	1325,4			1	1,1	43155
		Пн	234			1	1,15	7965,36
		Сх	1253,6			1	1,15	42672,5
В	Металопластикові	Пд	16,4	1,92		1	1,05	1322,5
		Зх	198,7			1	1,1	16786,2
		Пн	14,2			1	1,15	1254,14
		Сх	228,6			1	1,15	20190
	Дерев'яні	Пд	13,3	2,5		1	1,05	1396,5
		Зх	53,3			1	1,1	5863
		Пн	15,5			1	1,15	1782,5
		Сх	83,2			1	1,15	9568
Д	Металопластикові	Пд	2,46	1,54		1	1,05	159,113
		Зх	54,4			1	1,1	3686,14
	Залізні	Сх	6,8	3,45		1	1,15	1079,16
	Дерев'яні	Пн	2,81	5,56		1	1,05	656,191
		Пд	2,81		1	1,15	718,686	
		Зх	22,4		1	1,1	5479,94	
	Дерев'яні (тамбур)	Зх	7,41		1	1,05	130,416	
	Дах	-	-	1534	0,73	0,9	-	40313,5
Підлога	-	-	1184,5	0,72	0,6	-	20468,2	
							Сума	232168

Розподіл втрат теплової енергії наведено на рисунку 2.1.



Рисунок 2.1 – Втрати теплової енергії

2.2 Дослідження інженерних мереж

Система опалення:

Теплопостачання будівлі реалізується за рахунок роботи теплопункту №1, в якому встановлено теплообмінник ТУ У В2.5-25403733.01-99 (рисунок 2.2).

Система опалення виконана з використанням обладнання автоматичного регулювання теплового потоку, циркуляційним насосом та регулюючим клапаном. Що дозволяє регулювати кількість теплоти, залежно від зовнішніх умов. Система теплопостачання 2-х трубна. Облік теплової енергії ведеться тепловим лічильником СВТУ-10М. Оплата за енергоносії здійснюється за показами цього лічильника. Внутрішня система опалення однотрубна (постійний гідравлічний режим).



Рисунок 2.2 – ІТП гуртожитку №1

Система тепловіддачі:

Нагрівальними елементами виступають чавунні радіатори з потужністю 344 кВт. Вони представлені на рисунку 2.3. Їх кількість складає 210 штук. В холі встановленні трубчасті радіатори в кількості 4 штук виконанні із металевої труби діаметром 15мм.



Рисунок 2.3 – Зображення нагрівальних елементів опалення

Як ми бачимо із прикладених нижче фото із тепловізійної зйомки, радіатори знаходяться в задовільному стані, про що свідчить рівномірна температура по всій площі нагріву (рисунок 2.4).

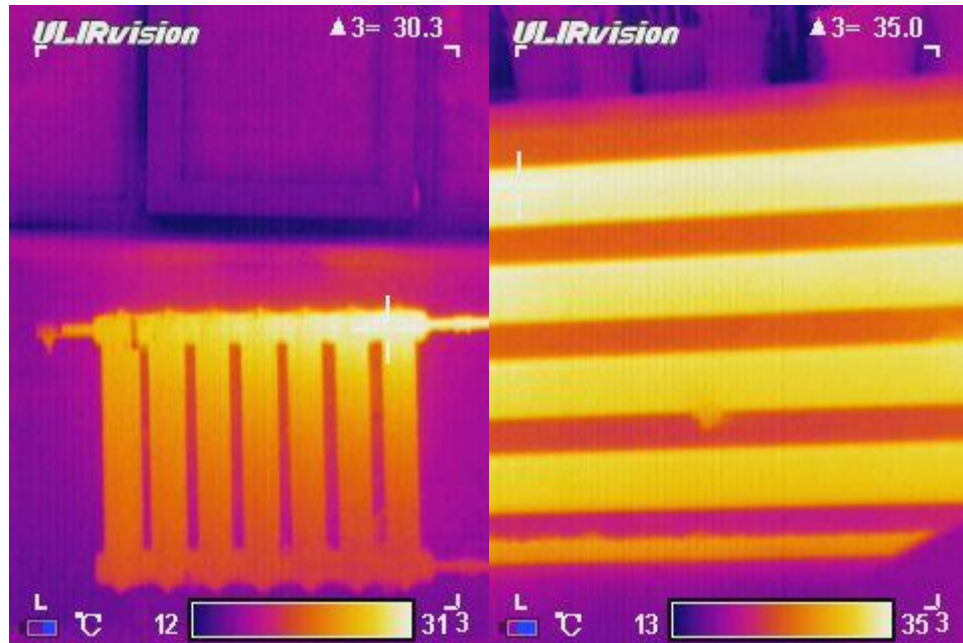


Рисунок 2.4 – Зображення нагрівальних елементів опалення (тепловізійна зйомка)

Система охолодження, вентиляції:

Вентиляція природня, через нещільності та шляхом відкривання вікон.

Система охолодження відсутня.

Система освітлення:

Система освітлення будівлі представлена лампами різного типу. Система освітлення місць загального користування складається переважно з ламп розжарювання та люмінесцентних ламп. Керування в місцях загального користування в ручному режимі.

2.3 Шляхи підвищення ефективності використання системи тепlopостачання

Основним шляхом підвищення ефективності використання системи тепlopостачання є термомодернізація будівлі. Термомодернізація передбачає наступні кроки:

1. Облік спожитої теплової енергії;
2. Регулювання теплового потоку;
3. Утеплення огорожувальних конструкцій, заміна вікон.

Встановлення лічильників дає змогу сплачувати лише за реально спожиту теплову енергію.

Утеплення огорожувальних конструкцій дає змогу суттєво зменшити втрати теплової енергії. Рекомендується як утеплювач використовувати мінеральну вату.

Для підвищення ефективності використання системи тепlopостачання важливим є регулювання теплового потоку в системі.

Оптимальні параметри температури повітря в приміщенні можна забезпечити тільки за рахунок індивідуального регулювання. Але виключно індивідуальним регулюванням неможливо ефективно підтримувати необхідну потужність. Центральне регулювання застосовують всюди, місцеве – в основному в перехідному режимі для існуючих систем, використання індивідуального регулювання для нових систем опалення є обов'язковою умовою [4].

Подачу теплоти можна регулювати, змінюючи витрату теплоносія або його температуру. При зміні температури регулювання буде якісним, а при зміні витрати – кількісним. При одночасній зміні витрати і температури – якісно-кількісним [4].

Кожен із методів регулювання має свої переваги та недоліки, які наведено у таблиці 2.3 [5].

Таблиця 2.3 – Переваги та недоліки способів регулювання

Переваги	Недоліки
Якісне регулювання	
<ul style="list-style-type: none"> – стабільний гідравлічний режим теплових мереж 	<ul style="list-style-type: none"> – необхідність вживання дорогих методів обробки підживлюючої води тепломережі за високих температур теплоносія; – підвищений температурний графік для компенсації відбору води на ГВП і пов'язане з цим зниження вироблення енергії на теплове споживання; – велике транспортне запізнювання (теплова інерційність) регулювання теплового навантаження системи теплопостачання; – висока інтенсивність корозії трубопроводів через роботу системи теплопостачання значну частину опалювального періоду з температурами теплоносія 60-85 °С; – коливання температури внутрішнього повітря, обумовлені впливом навантаження ГВП на роботу систем опалення і різним співвідношенням навантажень ГВП і опалювання у абонентів; – зниження якості теплопостачання у разі регулювання температури теплоносія по середній за декілька годин температурі зовнішнього повітря, що приводить до коливань температури внутрішнього повітря.

Кількісне, якісно-кількісне регулювання	
<ul style="list-style-type: none"> – збільшення використання теплової енергії за рахунок зниження температури зворотної мережної води – можливість вживання недорогих методів обробки підживлюючої води тепломережі при 110 °С – робота системи теплопостачання із зниженими витратами мережної води і значною економією електроенергії на транспорт теплоносія – менша інерційність регулювання теплового навантаження, оскільки система теплопостачання швидше реагує на зміну тиску, ніж на зміну температури мережної води – найкращі теплові і гідравлічні показники по режиму систем опалення за рахунок зменшення впливу гравітаційного тиску і зниження перегріву 	<ul style="list-style-type: none"> – змінний гідравлічний режим роботи теплових мереж – великі, в порівнянні з якісним регулюванням, капітальні витрати в тепломережі

опалювальних приладів – можливість вживання при 110°C в місцевих системах і квартальних мережах довговічних трубопроводів з неметалічних матеріалів;	
---	--

Для покращення ефективності роботи системи теплопостачання проводиться балансування. Гідравлічне балансування полягає у забезпеченні необхідної витрати теплоносія у кожній точці системи. Таке налагоджування виконується за допомогою балансувальних клапанів, які можуть бути ручними або автоматичними. Ручні балансувальні клапани прийшли на заміну дросельним шайбам, та використовуються для регулювання витрати теплоносія в ручному режимі. Автоматичні регулятори призначені для встановлення на стояках системи опалення багатопверхових будівель, або в окремих групах приміщень, де система опалення оснащена термостатичними клапанами. Автоматичні балансувальні клапани підтримують постійний перепад тиску в мережі, це дає змогу термостатичним клапанам працювати максимально ефективно.

2.4 Пропозиції щодо енергозбереження

З метою зменшення теплових втрат та забезпечення комфорту мешканців пропонується виконати наступні заходи:

1) Утеплення зовнішніх стін

Існуючі стіни мають опір теплопередачі, що не відповідає нормативному значенню. Пропонується встановити додаткову теплову ізоляцію, що дозволить зменшити тепловтрати через стіни. В якості утеплювача пропонується використовувати мінераловатні плити, оскільки вони мають ряд переваг:

- Стійкість до високих температур. Починають плавитися і загораються при тривалому впливі (понад дві години) температури більше 1000 °C.
- Паропроникність. Мають здатність виводити зайву вологу.

- Довговічність. Мають високу щільність, стійкі до механічних пошкоджень і за умови дотримання технології встановлення термін експлуатації сягає 30-40 років.

- Екологічність. Плити на основі базальтового волокна є натуральним і безпечним для людини.

- Звукоізоляція. Зменшують рівень шуму, що надходить з вулиці.

Для забезпечення нормативного значення опору теплопередачі необхідно використовувати мінераловатні плити товщиною 0,15 м.

2) Утеплення перекриття що межує з дахом.

Дах будівлі має значення опору теплопередачі значно менше за нормативне, тому необхідно виконати утеплення перекриття що межує з технічним поверхом.

Як утеплювач рекомендується використовувати теплоізоляційні вироби з мінеральної вати на основі базальтового волокна, переваги яких наведено вище.

Для забезпечення нормативного значення опору теплопередачі необхідно використовувати утеплювач товщиною 0,2 м.

3) Заміна старих вікон на енергозберігаючі

Існуючі вікна не відповідають нормативним вимогам і потребують заміни. Пропонується замінити старі вікна на металопластикові з двокамерним склопакетом та енергоефективним напиленням. Нові вікна дозволять зменшити тепловтрати, але вони погано пропускають повітря, тому для забезпечення нормативного повітрообміну рекомендується забезпечити роботу локальних систем вентиляції, або хоча б регулярно здійснювати провітрювання кімнат.

Пропонується встановити вінка з паспортними даними на рівні не нижче значення мінімального термічного опору для вікон :

$$R_{q\min} = 0,75 \frac{m^2 \cdot K}{Bm}; \quad K_{q\min} = 1,33 \frac{Bm}{m^2 \cdot K}.$$

Капіталовкладення, необхідні для заміни всіх старих вікон, включають ціну нових вікон та затрати на монтаж, 2500грн/м² .

Підвищення теплозахисних характеристик зовнішньої оболонки будівлі зокрема встановлення металопластикових вікон призведе до зменшення природного повітрообміну, а відповідно знизить якість внутрішнього повітря.

4) Утеплення трубопроводів системи опалення

Трубопроводи системи опалення знаходять в неопалювальних приміщеннях. Існуюча тепла ізоляція знаходиться в незадовільному стані через значний термін її експлуатації та потребує заміни. Пропонується виконати теплоізоляцію трубопроводів з використанням ізоляційного матеріалу, що має однобічне фольгування та самоклеючу основу.

Вартість утеплювача – 300 грн/м. В неопалювальному просторі розташовується 125 м трубопроводів, що потребують ізоляції.

5) Балансування системи опалення

Внутрішня температура у кімнатах змінюється залежно від поверху, це пов'язано з нерівномірністю розподілення теплоносія у внутрішніх мережах. Необхідно виконати балансування системи опалення, яке включає наступне:

1. Розрахунок гідравлічного та теплового режиму системи опалення;
2. Встановлення автоматичних балансувальних клапанів на кожен зі стояків системи опалення;
3. Роботи з балансування.

Вартість впровадження заходу – 7000 грн/шт. У будівлі 18 стояків опалення, тобто капіталовкладення складають 126 000 грн.

Для зручності зведемо розрахунки економій та термінів окупності заходів у таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 – Результати розрахунків заходів з енергозбереження

№	Захід з енергозбереження	ΔQ , Гкал	ΔE , грн/рік	$T_{ок.}$, роки
1	Утеплення зовнішніх стін	96,71	160455	19
2	Утеплення даху	11,86	19111	14,4
3	Заміна вікон на нові енергоефективні	53	87439	6,6
4	Теплоізоляція трубопроводів системи опалення	25,6	47850	1,1
5	Балансування системи опалення	32,7	52700	2,4

2.5 Дослідження системи електропостачання

2.5.1. Аналіз сучасного стану постачання електричної енергії

Схема живлення об'єкта та її аналіз

Постачальником електроенергії гуртожитку №1 по вул. Академіка Янгеля, 5, м. Київ є ТОВ «КИЇВСЬКІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПОСЛУГИ» [6], що виконує наступні функції:

- Здійснює розрахунок та нарахування за електроенергію;
- Приймає платежі за спожиту електроенергію;
- Обслуговує клієнтів з питань вартості та умов оплати, коректності нарахувань за електроенергію;
- Фіксує показники лічильників;
- Надає послуги з енергоефективності.

Розрахунок за спожиту електроенергію здійснюється за показами існуючих вузлів обліку відповідно до діючих тарифів.

Аналіз динаміки тарифів на електроенергію

Оплата спожитої електричної енергії гуртожитком №1 здійснюється за одноставковим тарифом. Вартість електроенергії за даними організації в період з 2017 р. по 2019 р. поступово збільшувалась з 0,65 грн./(кВт год) у січні 2017 р. до 0,9 грн./(кВт год) у грудні 2019 р.

Станом на 1 грудня 2020 року тариф складав 0,9 грн./(кВт год) [7].

Річне споживання електричної енергії та її вартість наведені у таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Річне споживання та вартість на електроенергію

Рік	Річне споживання, кВт·год	Вартість спожитої електричної енергії, грн. з ПДВ	Тариф, грн
2017	323125	203581,8	0,65
2018	320040	287190,72	0,9
2019	286733	260716,50	0,9

Проаналізуємо споживання активної та реактивної електричної енергії. Для цього представимо статистику споживання за минулі роки в таблицях 2.6 та 2.7.

Таблиця 2.6 – Дані споживання активної електроенергії

	2017	2018	2019
Місяць	кВт/год	кВт/год	кВт/год
Січень	31800,00	31800,00	29520,00
Лютий	31680,00	31920,00	30420,00
Березень	28320,00	30180,00	25680,00
Квітень	27600,00	27600,00	25260,00
Травень	25380,00	26400,00	21000,00
Червень	28980,00	23580,00	22260,00
Липень	20520,00	18480,00	16620,00
Серпень	17160,00	16380,00	15599,00
Вересень	22920,00	20520,00	21068,00
Жовтень	29160,00	27240,00	27575,00
Листопад	35460,00	33000,00	27135,00
Грудень	33240,00	36120,00	27548,00

Таблиця 2.7 – Дані споживання реактивної електроенергії

	2017	2018	2019
Місяць	квар.год	квар.год	квар.год
Січень	25440,00	25440,00	23616,00
Лютий	25344,00	25536,00	24336,00
Березень	22656,00	24144,00	20544,00

Квітень	22080,00	22080,00	20208,00
Травень	20304,00	21120,00	16800,00
Червень	23184,00	18864,00	17808,00
Липень	16416,00	14784,00	13296,00
Серпень	13728,00	13104,00	12479,00
Вересень	18336,00	16416,00	16845,00
Жовтень	23328,00	21792,00	22060,00
Листопад	28368,00	26400,00	21708,00
Грудень	26592,00	28896,00	22038,00

Для кращої візуалізації представимо дані таблиці в вигляді діаграм на рисунку 2.5 та 2.6. З діаграм видно, що споживання електроенергії нерівномірно протягом року. Це можна пояснити тим що в літній період студенти знаходяться на канікулах, більшість з них не проживає в гуртожитку. А в холодну пору року світловий день стає меншим, що і спричиняє ввімкнення внутрішнього і зовнішнього освітлення раніше.

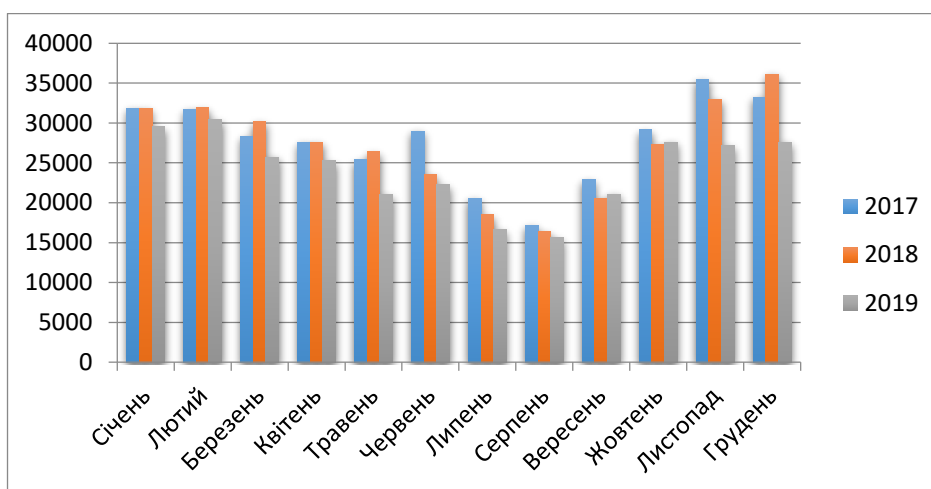


Рисунок 2.5 – Діаграма споживання активної електроенергії

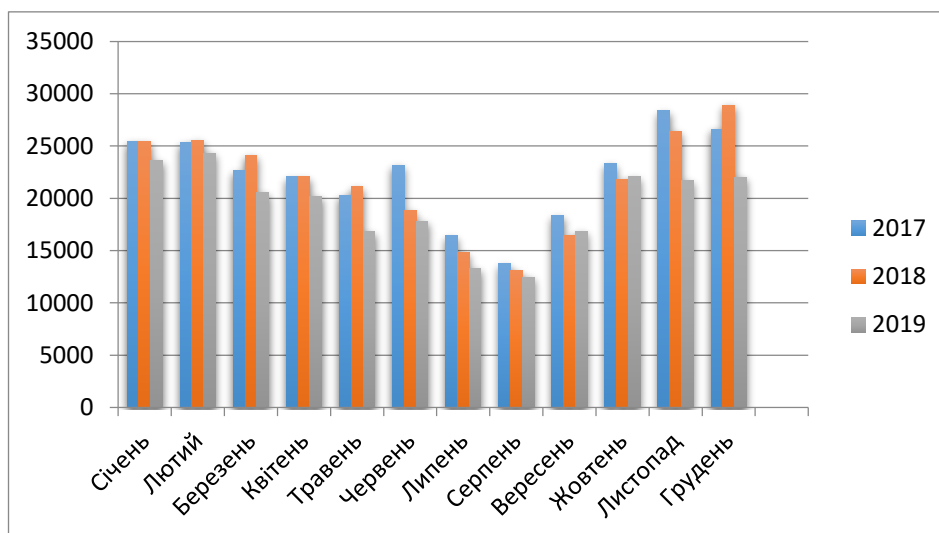


Рисунок 2.6 – Діаграма споживання реактивної електроенергії

В досліджуваному гуртожитку не ведеться облік та компенсація реактивної потужності, оскільки плата за споживання реактивної потужності не передбачена наявними тарифами.

2.5.2. Аналіз поточного технічного стану системи електропостачання

Опис системи електропостачання

Електропостачання гуртожитку, що знаходиться за адресою м. Київ, вул. Янгеля, 5 здійснюється від ТП-5167. ТП знаходиться поза територією гуртожитка. Живлення здійснюється від двох трансформаторів ТМ-630/10/0,4. Живлення від ТП до будівлі здійснюється двома кабелями АВВГ (4×150), прокладеними у землі, довжиною 150 м.

Трансформаторна підстанція 5167, яка живить гуртожиток електроенергією знаходиться на балансі НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського».

Експлуатаційна відповідальність за технічне обслуговування та ремонт ТП покладається на головного енергетика.

Відповідно до класифікації, за ступенем надійності електропостачання переважна більшість споживачів електричної енергії в гуртожитку до II категорії надійності. Електроприймачі II категорії рекомендується забезпечувати електроенергією від двох незалежних взаємо-резервуючих джерел живлення.

Для цих електроприймачів при порушенні електропостачання від одного з джерел живлення допустимі перерви у електропостачанні на час, необхідний для увімкнення резервного живлення. Гуртожиток розрахований на 668 осіб. Для підтвердження вибраної категорії надійності, зробимо витяг з класифікації.

Розподільне електроустаткування, що наявне в гуртожитку, перебуває в робочому стані.

Головний розподільний щит (ГРЩ) застосовується для прийому і розподілу електроенергії в трифазних силових мережах з номінальною напругою 380 В змінної напруги частотою 50 Гц. В ГРЩ застосовуються лічильники обліку електроенергії. При негативних змінах показників, персонал, що здійснює обслуговування ГРЩ в будь-який момент може відключити подачу електроенергії. На випадок перевантажень або короткого замикання ГРЩ укомплектований автоматичними вимикачами, які відповідають за відключення системи при аварії.

В ГРЩ виконується розподіл електроенергії на секцію 1 та секцію 2. Від першої секції, живиться: освітлення першого, другого, третього, четвертого та п'ятого поверхів, розетки та резерв, а від другої - теплопункт, освітлення підвалу, першого, другого, третього, четвертого та п'ятого поверхів та резерв [8].

Загалом стан системи електропостачання будівлі задовільний, але перед впровадженням будь-яких заходів слід врахувати значний термін експлуатації системи, адже будівля побудована в 1927 році, і з часу введення будівлі в експлуатацію, була проведена модернізація системи електроживлення та електрообладнання у 1981 році, і суттєвих модернізацій з того часу не проводилося.

Облік споживання електроенергії

Облік електроенергії здійснюється двома лічильниками СА-4У І672М, що встановлені в ГРЩ. В свою чергу один з лічильників веде облік електроенергії на секції 1, а другий на секції 2.

Лічильники СА4У-І672М є електровимірювальними приладами індукційної системи. Вимірювальний механізм лічильників складається з 3 обертальних елементів, рухомої системи з двома укріпленими на загальній осі дисками і лічильного механізму.

Аналіз наданих даних показує, що:

- комерційний облік реалізований із застосуванням застарілого лічильника з класом точності 2,0;
- лічильник комерційного обліку повірений, терміни повірки відповідають встановленому міжповірочному інтервалу;
- облік здійснюється лише по активній енергії, облік реактивної енергії не здійснюється;
- покази лічильника щомісяця фіксуються в журналі з обліку електричної енергії (ЕЕ) фахівцями і передаються до служби енергоменеджменту, що потім веде розрахунок з ДТЕК КЕМ;
- облік дозволяє визначати рівень щомісячного споживання ЕЕ.
- лічильник споживання реактивної потужності не встановлений оскільки $\cos \varphi > 0,95$.

Розрахунок електричного навантаження об'єкта

За даними, які були надані по гуртожитку, питоме навантаження для гуртожитків складає 0,2 кВт на місце, кількість місць становить 668, отже навантаження становить 133,6 кВт. Розрахована фактична активна потужність становить 101,1 кВт, що підтверджує правильність попередньо зроблених розрахунків та врахувань усіх електроспоживачів. З розрахунків, зроблених попередньо, можна зробити висновок, що даний ГРЩ відповідає данній будівлі, але для того, щоб робити деякі заходи енергозбереження потрібно замінити ГРЩ на більш потужніший. Це б дозволило запровадити заходи з енергозбереження, що вимагають використання електроенергії.

2.5.3 Шляхи підвищення ефективності використання системи електропостачання для забезпечення електричною енергією

Витрати на електроенергію щорічно стають більше та складають все більше з кожним роком. Крім того, ціни на електроенергію мають тенденцію до зростання, і тому необхідно підвищувати енергоефективність будівлі, щоб уникнути витрат на нераціональне використання електроенергії.

Заміна холодильників

В будівлі знаходяться 163 холодильників, які обслуговують кімнати гуртожитку, близько 50 холодильників виготовлені за часів Радянського Союзу. Холодильники типу ЗІЛ-63 потужністю 150 Вт при об'ємі холодильної камери 260 л та об'ємі морозильної камери 26 л. Заміна холодильників типу ЗІЛ-63 на DELFA BCD-138 потужністю 50 Вт при об'ємі холодильної камери 246 л та об'ємі морозильної камери 42 л.

Також наведемо деякі рекомендації мешканцям щодо енергозбереження:

- Продукти у холодильнику тримати закритими, оскільки через випаровування компресор працює довше;
- Відстань від холодильника до стіни має бути не менше 5 см, інакше перевитрата енергії сягне 30%.

Встановлення двозонного лічильника

Рекомендовано замінити старі лічильники електроенергії на більш сучасні, щоб забезпечити можливість впровадження автоматизованої системи енергомоніторингу. При заміні лічильника рекомендується переходити на багатозонний облік електроенергії. Для населення більш доцільно використовувати двозонні лічильники. стимулюватиме мешканців по можливості користуватися електрообладнанням у нічний період часу. Це дасть змогу мешканцям зекономити кошти за рахунок тарифних коефіцієнтів (таблиця

2.8), а також внести свій вклад у вирівнювання добового графіку навантаження енергосистеми України.

Таблиця 2.8 – Тарифні коефіцієнти

Тип лічильника	Період часу	
	нічний	денний
Двотарифний	0,5	1

Модернізація системи освітлення місць загального користування

Електрична енергія у місцях загального користування використовується для освітлення: 51 ламп розжарювання потужністю 60Вт, 212 люмінесцентних ламп потужністю 18Вт. Пропонується замінити існуючі лампи на світлодіодні, що дасть змогу зменшити споживання електроенергії та забезпечити необхідний рівень освітленості. Також значною перевагою світлодіодних ламп є значний термін їх експлуатації та відсутність у складі шкідливих речовин, таких як ртуть.

Також пропонується встановити датчики руху, що дозволить суттєво зменшити (приблизно на 40%) період використання штучного освітлення у місцях загального користування.

Використання альтернативних джерел енергії

Використання таких джерел дає велику кількість переваг, основними з яких є заощадження коштів за рахунок наявності власного джерела енергії та екологічність. Також не можна не згадати про «зелений тариф» і можливість продавати вироблену енергію, але ця перевага стає дедалі менш суттєвою, оскільки вартість такої енергії постійно зменшується. Повністю забезпечити мешканців будинку електроенергією навряд чи вдасться, але можна організувати освітлення місць загального користування, використовуючи електроенергію, вироблену альтернативними джерелами [9].

Встановлення генератора електроенергії в трубопроводах води

Вода в трубопроводах використовується на потреби мешканців, але її потік також можна використовувати для генерації електроенергії. Принцип отримання електроенергії з водопроводу досить простий: в трубопровід врізаються невеликі компактні турбіни, які зв'язані з генератором, що розміщений поза трубою. Таким чином водопровідні труби використовуються не лише для транспортування води, а й для генерації енергії. Правильно встановлена система не перешкоджає потоку води, а лише підвищує енергоефективність. Встановлення генератора дасть можливість частково забезпечити потребу будівлі в електричній енергії.

Система автоматичного регулювання опалення

Система опалення спроектована за старими стандартами має безліч недоліків, таких як розбалансування, перетопи в деяких квартирах, неможливість регулювання системи. Для вирішення цієї проблеми, а також для використання потенціалу енергозбереження запропоновано впровадити систему автоматичного регулювання і балансування системи опалення [10].

Для встановлення системи рекомендується мати індивідуальний тепловий пункт, який вже наявний в будинку. Ззовні будинку знаходиться датчик температури і активності сонячної радіації. Все обладнання підключається до головного контролера управління (рис. 2.7).



Рисунок 2.7 – Головний контролер системи автоматичного управління і балансування системи опалення

Система забезпечує автоматичне балансування тисків по стояках, дозволяє зменшувати потужність системи опалення у періоди тимчасового потепління та налаштувати пониження температури у приміщеннях у вказані години.

Економія від такого заходу може досягати 30-40% за опалювальний сезон.

2.5.4. Пропозиції щодо модернізації системи електропостачання об'єкту для реалізації завдань магістерської дисертації

Завдання магістерської дисертації полягає у використанні методів та засобів з підвищення енергоефективності студентського гуртожитку.

Основними засобами з енергозбереження для комплексної термомодернізації являються: утеплення зовнішніх стін, утеплення даху, заміна старих вікон на енергозберігаючі, утеплення трубопроводів системи опалення, балансування системи опалення.

Всі заходи так чи інакше спрямовані на зменшення енергоспоживання. Утеплення огорожувальних конструкцій та заміна вікон на енергозберігаючі забезпечать нормативну температуру в кімнатах, тому необхідність у використанні електрообігрівачів зникне і, відповідно, споживання електроенергії зменшиться.

Так як ми не встановлювали ніякого електрообладнання нам не потрібно вносити пропозиції щодо модернізації системи електропостачання об'єкту для реалізації наших завдань поставлених в магістерській дисертації.

Відповідно до завдань магістерської дисертації, розглядаються засоби управління енергоспоживанням у студентському гуртожитку. До впровадження пропонуються енергозберігаючі заходи, як можуть мати вплив на систему електропостачання будівлі, тому перед їх реалізацією необхідно переконатися у тому, що існуючі мережі забезпечать роботу системи.

Програмне забезпечення, що застосовувалося, створене для детального аналізу теплових потоків у приміщеннях, тому не має можливостей до детального дослідження електричної складової будівлі. Модель враховує лише питомі приблизні показники, Вт/м², для освітлення і електроприладів, тобто складову, що впливає на теплопотребу будівлі.

Було б доцільно врахувати в моделі конкретне обладнання, його кількість та потужність. Оскільки в дослідженнях енергоспоживання об'єкта ми змінювали параметри системи опалення, то це також спричиняє зміни у використанні електричних опалювальних приладів і іншого обладнання, яке не враховується. Також для повного енергоаналізу необхідно мати можливість реалізації заходів з енергозбереження в частині систем електропостачання.

Висновки до розділу

В даному розділі магістерської дисертації було проведено дослідження існуючих енергетичних систем будівлі, за результатами яких зроблено наступні висновки:

1) Існуючі огорожувальні конструкції не відповідають нормативним вимогам. Для забезпечення необхідного опору теплопередачі рекомендується провести утеплення конструкцій та заміну вікон на енергоефективні.

2) Зважаючи настан та значний термін експлуатації інженерних мереж будівлі, рекомендується провести модернізацію системи теплопостачання шляхом впровадження енергоефективних заходів (балансування системи опалення).

3) Система електропостачання будівлі знаходиться в задовільному стані. Проаналізувавши вплив впровадження заходів з енергозбереження на систему електропостачання будівлі визначено що:

- Після проведення відповідних розрахунків визначено що існуюча кабельна лінія АВВГ (4×150) не потребує заміни;

- Існуючі джерела забезпечать надійне електропостачання обладнання, що буде встановлено, тому немає потреби звертатись до ОСР;
- Немає необхідності в модернізації системи електропостачання.

3 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНЖИНІРИНГ

Для проведення модернізації і реконструкції будівлі необхідно попередньо детально дослідити фактичний стан об'єкту та його інженерних систем.

Сучасні комп'ютерні технології і програмне забезпечення дозволяють без складнощів створити динамічну математичну модель об'єкта майже будь-якої складності для подальшого її використання у наукових і професійних цілях [11].

Динамічна модель дозволяє детально дослідити окремі елементи об'єкту [12], а також роботу будівлі в цілому, виявити основні недоліки та оцінити шляхи їх вирішення. При наявності комп'ютерної моделі подальші затрати часу і фінансів на дослідження набагато нижче [13], ніж в альтернативних методах, при цьому результати роботи з динамічною моделлю зазвичай точніші і ближчі до реальних умов, оскільки використовують складні методи математичного розрахунку і враховують більшість факторів і умов, що можуть здійснювати вплив на роботу об'єкта.

3.1 Теплотехнічний розрахунок після запровадження заходів з енергозбереження та виконання прогнозування споживання енергії розрахунковим методом.

Аналізуючи існуючий стан систем тепло та електропостачання, було виявлено основні проблеми гуртожитку та запропоновано методи їх вирішення [14,15]. Для збереження та підвищення ефективності використання спожитої електричної енергії було запропоновано впровадити наступні заходи:

- Утеплення зовнішніх стін;
- Утеплення даху;
- Утеплення підлоги;
- Заміна вікон на нові енергоефективні;
- Теплоізоляція трубопроводів системи опалення;
- Балансування системи опалення.

Для виконання прогнозування споживання теплової енергії розрахунковим методом необхідно розрахувати теплове навантаження після комплексної термомодернізації.

Розрахуємо втрати теплоти, кВт, через огорожувальні конструкції будівлі після термомодернізації за формулою:

$$Q = F \cdot K \cdot (t_{\text{вн.}} - t_{\text{р.о.}}) \cdot (1 + \Sigma \beta) \cdot n, \quad (3.1)$$

Всі значення, використані та отримані під час розрахунків коефіцієнтів теплопередачі огорожувальних конструкцій, для наочності зведені у табл. 3.4.

Опір теплопередачі термічно однорідного непрозорого огороження розраховується за формулою:

$$R_{\text{ст}} = \frac{1}{\alpha_3} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_{\text{вн}}} \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}, \quad (3.2)$$

Значення опору теплопередачі всіх огорожувальних конструкцій та порівняння їх з нормативними значеннями [1] наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Опір теплопередачі огорожувальних конструкцій

Вид огорожувальної конструкції	Значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції (м ² ·К)/Вт		Площа А, м ²
	Після термомодернізації	мінімальні вимоги	
Зовнішні стіни	4,1	3,3	3688
Горищні перекриття неопалювальних горищ	5,4	4,95	1534
Перекриття над неопалювальним підвалом	4,25	3,75	1184,5
Світлопрозорі огорожувальні конструкції	0,75	0,75	624
Зовнішні двері	0,6	0,6	91,6

Втрати теплоти через огорожувальні конструкції розраховано та наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Втрати теплоти через огорожувальні конструкції після термомодернізації

ОК	Тип	Орієнтація ОК	Площа ОК, м²	$\frac{K, \text{Вт}}{(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})} \Delta t, ^\circ\text{C}$		n	$1+\Sigma\beta$	$Q_o, \text{Вт}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ЗС	Цегляні	Пд	242	0,3	40	1	1,05	3049,2
		Зх	1325,4			1	1,1	17495,3
		Пн	234			1	1,15	3230
		Сх	1253,6			1	1,15	17300
В	Металопластикові	Пд	16,4	1,33		1	1,05	916,1
		Зх	198,7			1	1,1	11628
		Пн	14,2			1	1,15	868,5
		Сх	228,6			1	1,15	13985,7
Д	Металопластикові	Пд	2,46	1,538		1	1,05	158,9
		Зх	76,8			1	1,1	5197,2
		Пн	2,81			1	1,05	181,5
		Сх	53,7			1	1,15	3799,1
	Залізні	Сх	6,8	1		1,15	481	
Дах	-	-	1234	0,24		0,9	-	10661,7
Підлога	-	-	1184,5	0,21		0,6	-	5969,8
							Сума	94922

Витрата теплоти, на підігрів зовнішнього повітря, що надходить в приміщення крізь нещільності огорож внаслідок роботи природної витяжної вентиляції, згідно з санітарними нормами знаходиться за формулою [16]:

$$Q_{\text{інф.}}^{\text{сн}} = 0,337 \cdot V \cdot (t_{\text{вн.}} - t_{\text{р.о.}}), \text{ Вт}, \quad (3.3)$$

Визначимо розрахункову потужність системи опалення з врахуванням всіх тепловтрат та теплонадходжень за формулою:

$$Q_{\text{рознр.}} = Q_{\text{тв}} = Q_{\Sigma\text{ОК}} + Q_{\text{інф.}}, \text{ кВт}, \quad (3.4)$$

де $Q_{\Sigma\text{ОК}}$ – тепловтрати через огорожувальні конструкції, $Q_{\Sigma\text{ОК}} = 94922 \text{ Вт}$;

$Q_{\text{інф.}}$ – тепловтрати на інфільтрацію, $Q_{\text{інф.}} = 87802 \text{ Вт}$.

Підставимо відповідні значення у формулу (2.8), маємо:

$$Q_{\text{рознр.}} = 94,9 + 87,8 = 182,7 \text{ кВт}.$$

Визначимо річну економію теплоенергії після термомодернізації, використовуючи порівняння помісячного розрахункового, проектного і фактичного теплоспоживання з урахуванням погодних умов використовуючи формулу:

$$Q_{\text{прогноз}} = Q_{\text{розрах.}} \cdot \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{с.о.}}}{t_{\text{вн}} - t_{\text{р.о. 0}}} \cdot n_0 \cdot 24 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}, \quad (3.5)$$

де $Q_{\text{факт.повне}}$ – усереднене споживання теплової енергії на опалення та ГВП за останні 3 роки, ГКал;

$Q_{\text{факт.тепл}}$ – усереднене споживання теплової енергії за останні 3 роки, кВт·год;

$Q_{\text{розрах.}}$ – розрахункове прогнозоване споживання теплової енергії за рік, кВт·год;

$Q_{\text{розрах.скориговане}}$ – розрахункове прогнозоване споживання теплової енергії за рік, з урахуванням погодних умов, кВт·год;

$Q_{\text{після.модерн.}}$ – розрахункове прогнозоване споживання теплової енергії після комплексної термомодернізації за рік, з урахуванням погодних умов, кВт·год.

Результати розрахунків занесемо в таблицю 3.3.

Таблиця 3.3 - Розрахунок після запровадження заходів з енергозбереження та прогнозування споживання

Місяць	$Q_{\text{факт.повне}},$ ГКал	$Q_{\text{факт.тепл}},$ кВт·год	$Q_{\text{розра}},$ кВт·год	$Q_{\text{розра.скориговане}},$ кВт·год	Середньомісячна температура, °C	Внутрішня температура, °C	К-сть днів в місяці	$Q_{\text{після.модерн}},$ кВт·год
Січень	135,15	231135,7	337262,9	288734,9	-2,5	20,0	31	146244,9
Лютий	133,31	218523,3	268818,1	216187,5	-3,7		28	131742,1
Березень	118,07	186584,8	252762,9	209575,0	-1,8		31	114351,5
Квітень	72,82	120247,2	147852,0	125065,0	13,1		13	85360,0
Травень	25,56	0,0	0,0	0,0	0,0		0	0,0
Червень	6,23	0,0	0,0	0,0	0,0		0	0,0
Липень	15,25	0,0	0,0	0,0	0,0		0	0,0
Серпень	17,54	0,0	0,0	0,0	0,0		0	0,0
Вересень	18,17	0,0	0,0	0,0	0,0		0	0,0
Жовтень	35,57	41395,1	49724,0	108236,0	10,7		13	82984,5
Листопад	84,84	177902,9	246414,0	248558,4	0,3		30	130675,5
Грудень	136,18	260367,8	299448,0	269662,3	-2,2		30	149698,0
Рік	798,69	1243156,8	1602281,9	1411019,1	13,9	20,0	176	841056,5

Дослідження показало відхилення $Q_{\text{факт.тепл}}$ та $Q_{\text{розр}}$, на 22,5%, що свідчить про недотримання температурного графіку і комфортних умов у приміщеннях, $Q_{\text{після.модерн}}$ на 32% менше відносно фактичного споживання та на 40% відносно $Q_{\text{розр.скориговане}}$, що свідчить про значний потенціал енергозбереження.

3.2 Моделювання в програмному середовищі DesignBuilder

DesignBuilder – програмний інструмент на основі EnergyPlus, який використовується для вимірювання та контролю енергії, вуглецю, освітлення та комфорту. DesignBuilder (рис. 3.1) порівнює альтернативні конструкції будівель, використовуючи швидкий та економічний спосіб, заснований на функціях та методі порівняння результатів різних аналізів. DesignBuilder поєднує швидке тривимірне моделювання будівель з динамічним моделюванням енергії, завдяки цій функції він розглядається як якісний програмний інструмент для створення та енергетичної оцінки будівельних конструкцій.



Рисунок 3.1 – Логотип DesignBuilder'a

У програмному середовищі DesignBuilder було створено фактичну (actual) модель будівлі гуртожитка (рис. 3.2) з реальними характеристиками її інженерних систем, огорожувальних конструкцій та умов експлуатації (недотримання нормативних температур, відсутня механічна вентиляція). Джерелом кліматичної інформації слугував міжнародний кліматичний файл погоди IWEC з годинним кроком дискретизації даних для м. Київ.

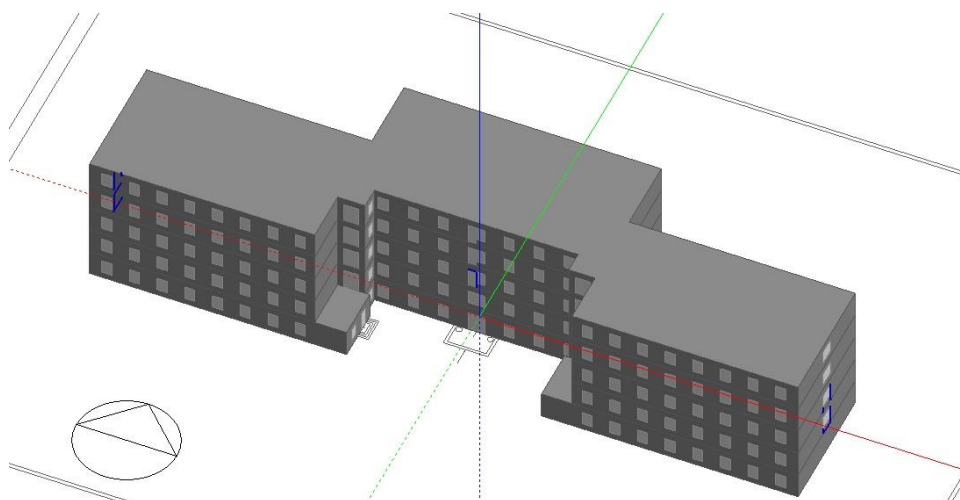


Рисунок 3.2 – Модель навчального закладу у DesignBuilder

Розроблену модель було модифіковано під базовий (за проектними даним з додержанням вимог мікроклімату), запропонований (після термомодернізації).

Модель фактичного (actual) енерговикористання

Відповідно до даних розділу 2 було побудовано тривимірну модель будівлі гуртожитку та задано всі фактичні характеристики її теплофізичних властивостей. Будівлю було розділено на окремі зони (рис. 3.3), теплофізичні параметри всередині яких суттєво не відрізняються.

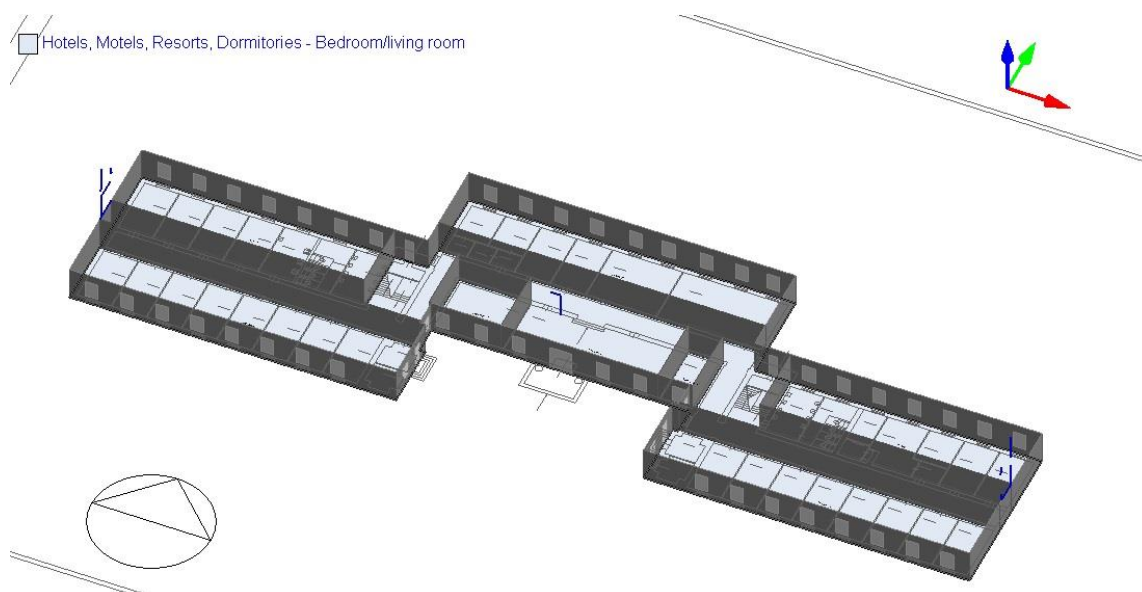


Рисунок 3.3 – Зонування будівлі гуртожитка

У підрозділах програми Activity для будівлі було задано різні параметри, що описують режим функціонування гуртожитка, основні параметри мікроклімату тощо.

У підрозділах програми Construction та Openings були задані теплофізичні властивості ОК будівлі, що наведені в таблиці 2.2 розділу 2 даної дисертації.

У підрозділі програми HVAC System було прийнято конфігурацію системи опалення (рис. 3.4) з параметрами теплоносія теплопостачальної організації [26], та автоматичним регулюванням системи опалення. Також налаштовано систему ГВП (рис. 3.5) відповідно до фактичного стану.

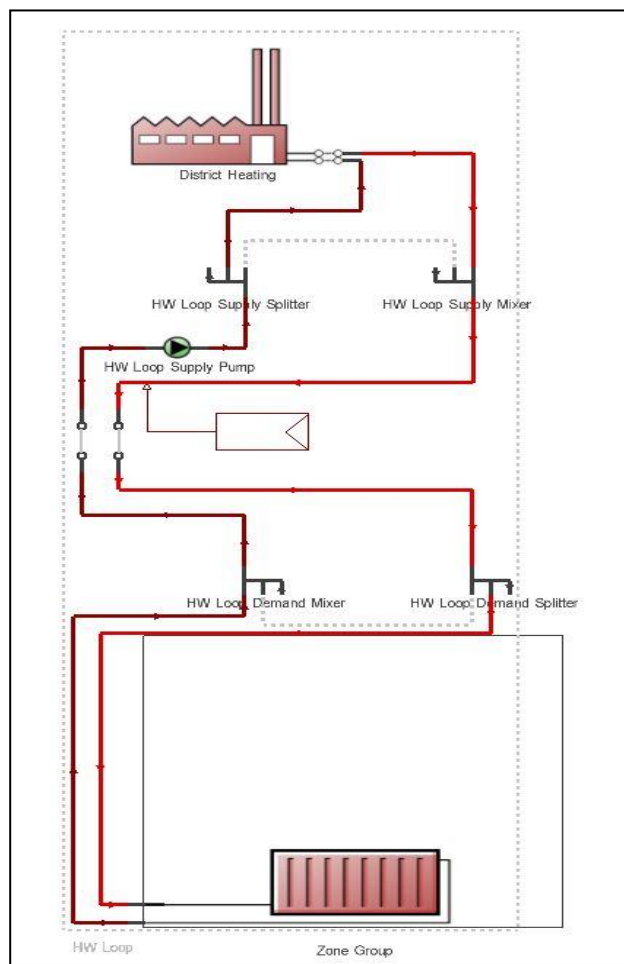


Рисунок 3.4 – Система опалення фактичної моделі

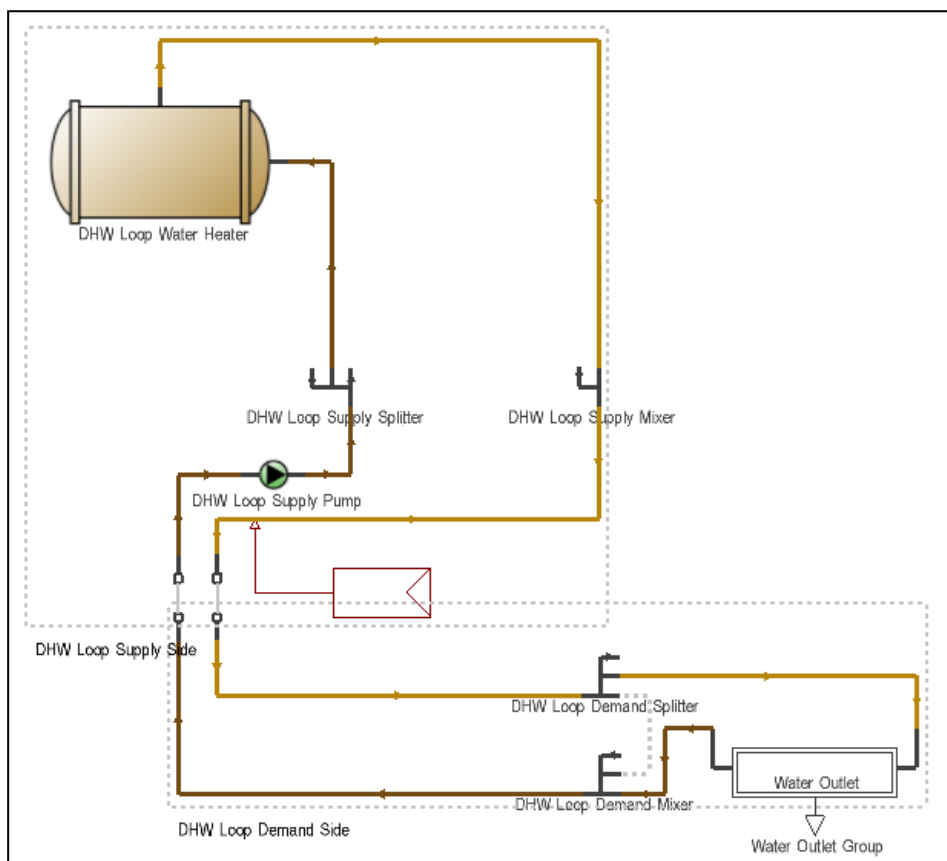


Рисунок 3.5 – Система ГВП фактичної моделі

Просимулювавши побудовану модель будівлі були отримані результати помісячних даних щодо енергоспоживання різних інженерних систем будівлі. Результати моделювання наведено в табл. 3.4 та зображено на рис 3.6 – 3.7.

Таблиця 3.4 – Кінцеве споживання енергії (End Uses) фактичної моделі

End Uses

	Electricity [kWh]	Natural Gas [kWh]	Additional Fuel [kWh]	District Cooling [kWh]	District Heating [kWh]	Water [m3]
Heating	0.00	0.00	0.00	0.00	845152.1	0.00
Cooling	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Interior Lighting	89611.2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Exterior Lighting	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Interior Equipment	224028	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Exterior Equipment	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fans	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pumps	640.8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Heat Rejection	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Humidification	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Heat Recovery	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Water Systems	0.00	0.00	0.00	0.00	485877.9	8259.9
Refrigeration	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Generators	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total End Uses	314280	0.00	0.00	0.00	1331030	8259.9

Note: District heat appears to be the principal heating source based on energy usage.

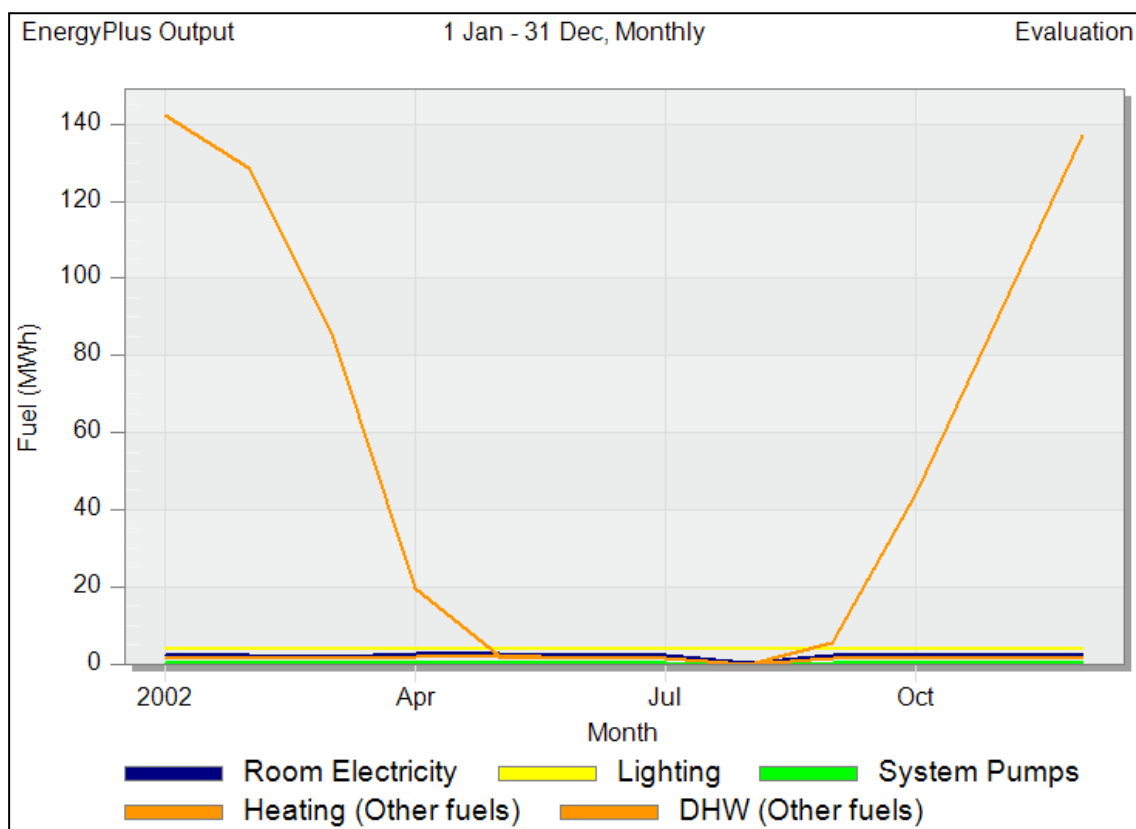


Рисунок 3.6 – Споживання енергії будівлею за інженерними системами

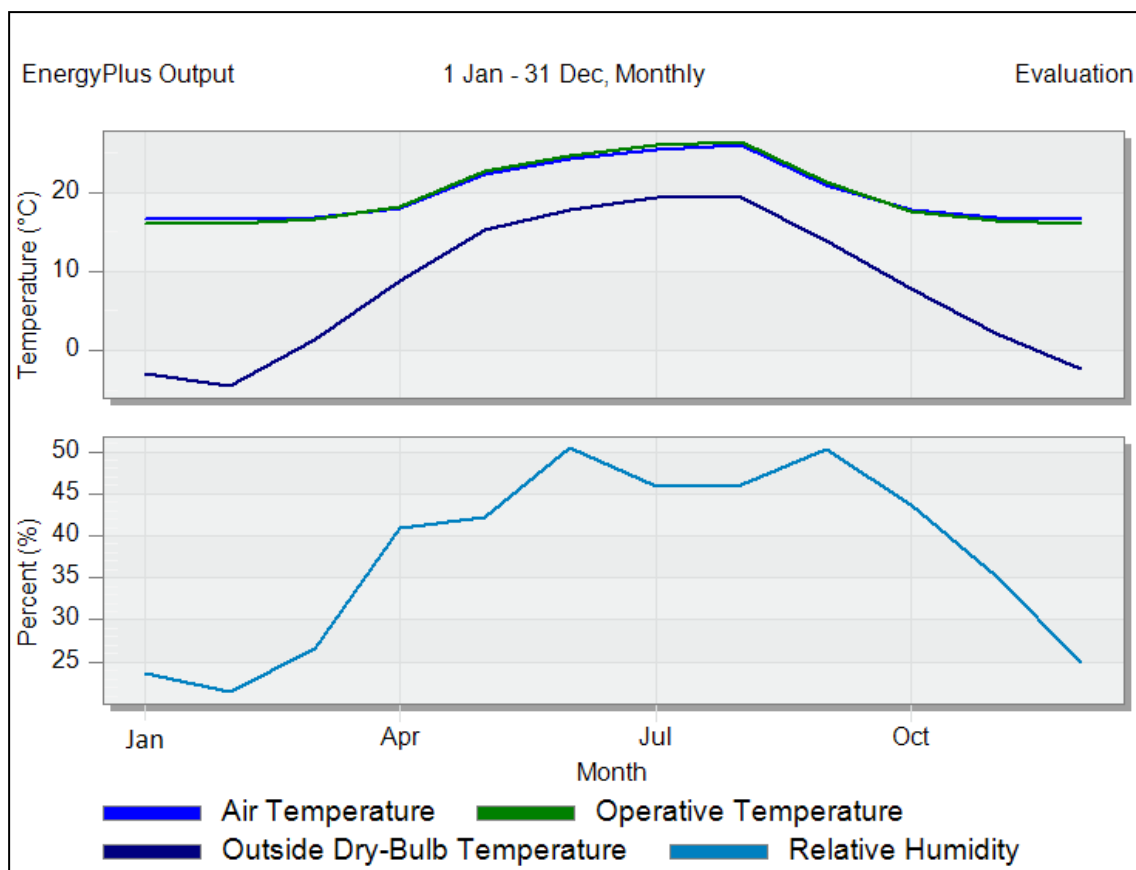


Рисунок 3.7 – Показники мікроклімату у будівлі

Як видно з результатів розрахунків, у будівлі не дотримуються нормативні значення мікроклімату у приміщеннях. При порівнянні отриманих результатів з фактичними (розділ 2) визначено, що розбіжність у величині теплоспоживання становить 10%, а у величині споживання електроенергії 0%. Вважаємо, що фактична модель з достатньою точністю презентує реальну будівлю та може бути використана як основа для створення моделей з іншими параметрами комфорту.

Модель базового (baseline) та запропонованого (proposed) енерговикористання

Програмний продукт дозволяє враховувати різні графіки експлуатації, орієнтацію, теплонадходження, характеристики інженерних мереж та більш деталізовані дані огорожень будівлі, наприклад нерівномірне опалення будинку впродовж доби.

Базове енергоспоживання визначено з використанням кліматичного файлу погоди IWEC (крок дискретизації даних 1 година) та бази даних матеріалів (зовнішніх ОК, світлопрозорих конструкцій, дверей). Фактична модель не відрізняється від проектної, але відрізняється від пропонованої тим, що має природню вентиляцію, і не має примусової механічної вентиляції як показано на рисунку 3.8.

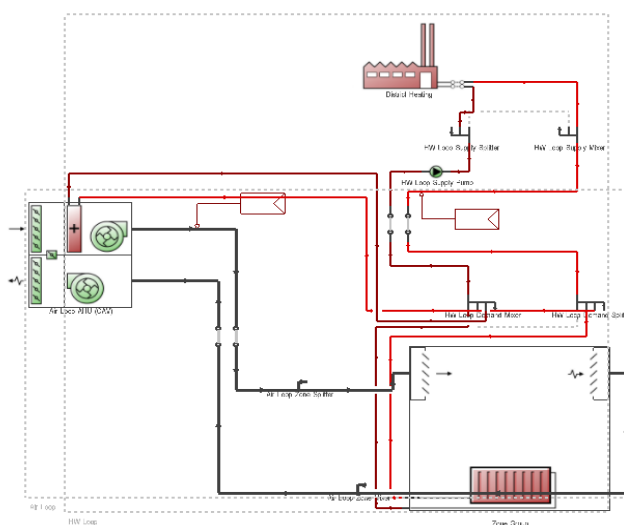


Рисунок 3.8 – Система опалення та вентиляції будівлі, що досліджується

Енергоефективність будівлі коректно можна оцінити лише при приведенні фактичних параметрів мікроклімату приміщень до їх нормативних вимог. Тому, була створена енергетична модель будівлі гуртожитка з базовим (baseline) рівнем використання енергії. Конфігурація системи ГВП не змінювалась.

В ході моделювання було створено 3 моделі, фактичну (існуючий стан), базовий (за проектними даним з додержанням вимог мікроклімату), пропонований (після термомодернізації). Результатами виведені у табличні формі, де розілені різні групи споживачів, такі як: опалення, охолодження, внутрішнє освітлення, внутрішнє електро обладнання, повітряні вентилятори, водяні насоси. В залежності від видів енергії які використовуються в об'єкті показано.

Загальні результати розрахунку енергоспоживання зведено в таблицю 3.6.

Таблиця 3.5 – Результати розрахунків енергоспоживання енергоресурсів

Варіант	Електро енергія, кВт·год/рік	Теплова енергія, кВт·год/рік	Холодна вода, м ³
Фактичний	314280,07	1331030,64	8260
Базовий	314725,65	1589250,58	8260
Пропонований	361934,53	821642,55	8260

За результатами моделювання видно, що в пропонованому варіанті збільшиться споживання електро енергії це збільшення обгрунтовано встановленням рекуператорів, які необхідні для покращення умов мікроклімату.

Очевидним є те, що досліджувана будівля потребує підвищення рівня енергетичної ефективності для зменшення енергоспоживання та забезпечення комфортних умов мікроклімату у її приміщеннях.

Висновки до розділу

Гуртожиток має досить типові проблеми об'єктів 20-х років минулого століття, будівля має значний потенціал енергозбереження і потребує термомодернізації. Впровадження комплексу заходів для об'єкту дослідження дозволить значно зменшити витрати та енергоресурси, та забезпечить комфортні умови проживання.

Енергетичне моделювання, виконане з використанням програмного середовища DesignBuilder, дало змогу ознайомитись із динамічними характеристиками гуртожитку.

Програма DesignBuilder зручна у користуванні, автоматично розраховуються геометричні характеристики ОК, існує легка можливість зонування будівлі та, відповідно, легко можна комбінувати необхідні детальні параметри для різних зон, є можливість швидко модифікувати базову модель до необхідної запропонованої та проаналізувати вплив окремих факторів на рівень споживання інженерних систем будівлі, автоматично створюється фінальний звіт з переліком усіх необхідних даних для якісного аналізу роботи моделі, існує можливість швидко отримувати графічне зображення характеру великого масиву інформації по годинно, по денно, помісячно та за весь розрахунковий період.

До недоліків програми DesignBuilder можна віднести тривалий час симуляції моделі, впродовж якого можлива робота з іншими об'єктами дослідження є заблокованою, відсутність розподілу енергетичних характеристик в залежності від понять енергопотреби та енергоспоживання, тобто чіткого рівня втрат енергії у інженерних системах будівлі.

4 ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТ ТА МОНІТОРИНГ

4.1 Організація системи енергоменеджменту

Ефективна система енергетичного менеджменту є фундаментом сталого розвитку і поєднує в собі заходи, що дозволяють максимально ефективно керувати енергоспоживанням. Обмежені фінансові ресурси і незадовільний стан об'єктів закладів освіти є проблемою, вирішення якої доцільно здійснювати шляхом системної роботи, в тому числі за допомогою побудови системи енергетичного менеджменту, що включає функції управління, організації, контролю, розподілу обов'язків і ресурсів (фінансових, кадрових, матеріальних). Організаційно-управлінські, інформаційні та мотиваційні заходи у комплексі з технічними енергозберігаючими заходами можуть дати суттєвий ефект по зниженню енергетичної залежності нашої держави [17].

Відповідно до [18] метою створення системи енергетичного менеджменту на об'єкті є підвищення ефективності використання енергетичних ресурсів шляхом здійснення обліку, контролю, планування, нормування та аналізу витрат, проведення внутрішніх енергоаудитів, впровадження енергозберігаючих заходів, здійснення моніторингу та коригувальних дій у сфері енергозбереження, а також інформування, стимулювання та навчання у сфері енергозбереження.

Відповідно до [18] побудова сучасної системи енергетичного менеджменту передбачає виконання наступних кроків (таблиця 4.1):

Таблиця 4.1 – Побудова сучасної системи енергоменеджменту

№	Назва кроку	Коротка характеристика
1	2	3
1.	Прийняття політичного рішення про впровадження на підприємствах міста та в органах муніципалітету системи енергетичного менеджменту	Таке рішення повинне бути ухвалено громадою на сесії міської, або селищної ради з обов'язковим виділенням коштів із бюджету громади.

Продовження таблиці 4.1

1	2	3.
2.	Залучення професійних консультантів	Вибір консультанта – доленосний крок в побудові успішної СЕнМ. Основним критерієм відбору консультантів повинна бути саме фаховість, а не тільки кошторис їх послуг. Від професійності консультантів та їх наполегливості, а також від чіткого виконання рекомендацій задіяними спеціалістами міста залежить успішність впровадження СЕнМ
3.	Побудова складових системи енергоменеджменту	Перша і основна складова - це персонал служби енергоменеджменту. Друга складова – система обліку енергоресурсів та факторів, які впливають на енерго- та ресурсоспоживання підприємствами. Третя складова – алгоритм прийняття управлінських рішень та дій
4.	Запуск функціонування циклу енергоменеджменту у відповідності до стандарту ISO 50001	Основою циклу є послідовність наступних процедур: 1) вимірювання енергоспоживання, 2) аналіз енергоспоживання; 3) розробка енергозберігаючих заходів; впровадження енергозберігаючих заходів
5.	Атестація системи енергоменеджменту на відповідність стандарту ISO 50001	Для того, щоб виключити помилки та похибки організаційного характеру, систему енергоменеджменту слід атестувати незалежним органом системи міжнародної стандартизації ISO.
6.	Забезпечення безперервності функціонування циклу енергоменеджменту	Безперервність циклів функціонування енергетичного менеджменту повинна бути закріплена рішенням міської ради та наказами по підприємствам комунальних послуг. Гарантією повинна стати щомісячна доповідь енергоменеджера міста на сесії міської ради, та щорічний звіт енергоаудиторської компанії про стан системи енергоменеджменту міста.

Питання контролю, підвищення ефективності споживання та раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів повинні вирішуватись на основі точної та оперативно отримуваної інформації. З цією метою доцільно використовувати спеціалізовані програмні продукти. Для прикладу розглянемо комп'ютерну програму «Автоматизовану систему енергомоніторингу» (АСЕМ), що є однією з найбільш часто використовуваних в Україні.

Комп'ютерна програма «Автоматизована система енергомоніторингу» - це комплекс програмного забезпечення для дистанційного обліку та аналізу споживання паливно-енергетичних ресурсів, інформування про порушення в режимі роботи обладнання теплового пункту.

КП «АСЕМ» забезпечує автоматизований облік енергоресурсів на основі даних, отриманих безпосередньо від вузлів обліку теплової енергії, електричної

енергії, холодної води, а також збір інформації про аварійні сигнали та температуру повітря всередині приміщень.

Основні функції «АСЕМ» [19]:

- Моніторинг даних енергоспоживання на об'єктах, отриманих в «ручному» режимі;
- Моніторинг даних енергоспоживання на об'єктах, отриманих в «автоматичному» режимі;
- Моніторинг даних енергоспоживання на джерелах постачання;
- Виявлення аварійних ситуацій в роботі систем;
- Інформування відповідальних осіб про аварійні ситуації та порушення в режимах роботи;
- Формування різноманітних звітів для аналізу та прийняття рішень;
- Енергопланування (моделювання та прогнозування енерговитрат на майбутні періоди);
- Захист даних.

Програма містить [19]:

- інформацію про споживання теплової енергії, електричної енергії, холодної води, внутрішню температуру приміщень. Є можливість перегляду інформації за добу, тиждень, місяць та рік.
- зведену інформацію щодо поточних показників вузла обліку теплової енергії, доведених лімітів, внутрішньої температури в приміщеннях.

Нижче в таблиці 4.2 наведено загальну статистику щодо впровадження різних автоматизованих систем моніторингу в містах, обласних державних адміністраціях, територіальних громадах України.

Таблиця 4.2 – Статистика використання АСЕМ в Україні

Назва АІС	Загальна кількість				
	Міст	ОДА	ОТГ	Будинків	Лічильників
ІСЕ	18	2	2	3274	13096
Енергосервіс	195	–	–	12380	44520
УМУНІ	Не надано			більше 8000	Не надано
АСЕМ	14	–	–	2691	17794
Енергоплан	14	–	–	1861	8255
Енергобаланс	21	1	3	близько 1000*	близько 5000

4.2 Температурні умови комфортності та вміст CO₂ в повітрі

4.2.1 Температурні карти

Температурні умови комфортності – це один із головних показників, який впливає на самопочуття та працездатність людини. В рамках проведення курсу навчання було досліджено температурні умови приміщення та складено температурні карти житлових приміщень об'єкту [Додаток А].

Позначення кольорів на температурній карті:

Синій – більш ніж 4 °С нижча від рекомендованої температури;

Голубий – між 1°С та 4°С нижче від рекомендованої температури;

Зелений – між 1°С нижче та 1°С вище від рекомендованої температури;

Жовтий – між 1 °С та 4°С вище від рекомендованої температури;

Червоний – більш ніж 4 °С вище від рекомендованої температури.

Так як будівля не забезпечена засобами автоматичного вимірювання температури, вимірювання проводились ручним способом за допомогою безконтактних приладів, а саме інфрачервоних пірометрів.

Із отриманих даних була розрахована внутрішня температура кожного із приміщень. Вимірювання були проведенні при зовнішній температурі $t_{\text{зовн}}=1\text{ }^{\circ}\text{C}$, та хмарній погоді.

Навіть при плюсовій зовнішній температурі, на сходових клітинах та коридорах температурний режим який становить 18 C^0 , не був дотриманий середня температура становить близько $16,5\text{ C}^0$. Це спричинено тим, що вікна на сходових клітинах розбиті та знаходяться в незадовільному стані.

Температура у кімнатах у який були замінені старі вікна на енергоефективні була вища норми, але у кімнатах де не виконувалась заміна вікон видно, що температура між 1°C та 4°C нижче від рекомендованої спричинено незадовільним станом дерев'яних рам вікон, ніж запроектовано.

4.2.2 Вміст та норми концентрації CO_2 в повітрі

Під час проведення енергоаудиту об'єкту, було проведено вимірювання вмісту CO_2 у приміщеннях будівлі [Додаток А].

Із даних вимірювань ми можемо побачити те що у частинні житлових приміщень є незначне перевищення норми вмісту CO_2 , що спровоковано тим що вікна замінені на герметичні металопластикові, а це в свою чергу спричинило недостатню вентиляцію приміщень, тому як повітрообмін відбувався в основному завдяки нещільностям вікон та дверей.

Значно гірша ситуація із вмістом CO_2 на кухнях будівлі, середній показник становить більше 800 ppm, що може призвести до поганого самопочуття, особливо у людей які страждають на астму.

Дана ситуація спровокована тим, що на кухнях відсутня вентиляція, і не дотримується нормативна кратність повітрообміну.

В запропонованому заході по встановленню вентиляційно-припливної установки з рекуперацією тепла, ми зможемо не тільки економити теплову енергію, а і забезпечити нормативну кратність повітрообміну, що в свою чергу вплине на вміст CO_2 в повітрі.

У таблиці 4.3 показано вплив різних концентрацій CO_2 на людину.

Таблиця 4.3 – Вплив різних концентрацій CO₂ на людину

Рівень CO ₂ , ppm	Фізіологічні прояви
380-400	Ідально для здоров'я і гарного самопочуття людини
400-600	Нормальна якість повітря. Рекомендовано для жилих приміщень та учбових закладів
600-1000	З'являються скарги на якість повітря. У людей, що страждають від астми, частішають напади
Більше 1000	Загальний дискомфорт, слабкість, головний біль. Концентрація уваги падає на третину. Зростає число помилок в роботі. Може призвести до негативних змін в крові. Може викликати проблеми з дихальною і кровоносною системами
Більше 2000	Кількість помилок в роботі сильно зростає. 70% співробітників не можуть зосередитися на роботі

4.3 Впровадження системи АСЕМ

АСЕМ дозволяє проводити моніторинг усіх видів енергоресурсів, порівнювати об'єми споживання, та їх ефективність.

Система складається: з апаратної складової що включає в себе вузли обліку та дистанційної передачі її та систему моніторингу показників мікроклімату. А також програмної складової яка дозволяє обробляти отриману інформацію.

Було запропоновано укомплектувати вузли обліку енергії, пристроями дистанційної передачі та створити систему моніторингу мікроклімату типових приміщень. А саме встановлення датчиків CO₂, температури та вологості. Встановлення обладнання облаштувати на базі контролеру мікроклімату IS96, рисунок 4.1.



Рисунок 4.1 – Контролер мікроклімату IS96

Який в свою чергу отримує данні про температуру та вологість повітря від датчиків IS42R1.01 через інтерфейс CAN, рисунок 4.2.



Рисунок 4.2 – Датчик IS42R.01

Для забезпечення функціонування системи потрібне обладнання в кількості: Одного контролера мікроклімату IS96, та двадцяти датчиків IS42R.01, які встановлюватимуться у кухнях та коридорах кожного поверху та в одному типовому приміщенні на поверх. Вартість обладнання наведена в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Перелік та вартість елементів установки

Назва	Вартість грн.	Кількість
Контролер мікроклімату IS96	55000	1
Датчик IS42R.01	2450	20
Монтаж та налаштування	25000	1

Також слід врахувати обладнання засобами телеметрії лічильників на облік споживаної теплової енергії, води та електроенергії. Ціна переобладнання лічильників та встановлення засобів ДПД становитиме близько 75000 тис.грн.

Аналіз об'єктів де була впроваджена система АСЕМ , показав що за рахунок впровадження належного контролю за станом споживання носіїв, вчасного усунення витоків, та забезпечення раціонального використання економія становитиме близько 3 %.

Вартість та кількість спожитих носіїв за 2019 рік:

Теплова енергія	798,69 Гкал	1224742 грн
-----------------	-------------	-------------

Визначення обсягів економії проводяться за формулою:

$$E = E_t \cdot V_t \quad (4.1)$$

де:

Е-коефіцієнт зменшення спожитих енергоносіїв за рахунок забезпечення раціонального використання;

В-річна вартість енергоносіїв;

Підставимо значення у формулу:

$$E = 1224742 \cdot 0.03 = 36742 \text{ грн}$$

Порахуємо простий термін окупності:

$$T = \frac{55000 + 2450 \cdot 20 + 25000 + 75000}{36742} = 5,55 \text{ років}$$

Висновки до розділу

У цьому розділі наведено рекомендації щодо впровадження системи енергетичного менеджменту на об'єкті. Впровадження системи енергоменеджменту з застосуванням сучасних технічних рішень – важливий крок на шляху до підвищення енергоефективності. Здійснення енергомоніторингу дає можливість контролювати споживання енергоресурсів, проводити аналіз даних та приймати ефективні рішення щодо управління енергоспоживанням. Моніторинг та аналіз енерговитрат пропонується за рахунок впровадження системи АСЕМ, що дозволить організувати телеметричну передачу даних по мікроклімату та споживанню енергоносіїв. Система включає в себе моніторинг споживання в реальному часі, завдяки встановленню відповідних пристроїв на лічильники. Це дозволить контролювати і аналізувати споживання, що в свою міру допоможе вчасно виявляти надмірне споживання.

5 РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП-ПРОЕКТУ «СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ТА УМОВ МІКРОКЛІМАТУ У ГУРТОЖИТКУ»

Завданням даного розділу магістерської дисертації є оцінювання ринкових перспектив впровадження системи моніторингу енергоспоживання та умов мікроклімату у студентському гуртожитку, створення бізнес-моделі та підготовка стартап-проекту до інвестиційної стадії. Розроблення стартап-проекту виконується відповідно до [20].

5.1 Цілі та етапи реалізації стартап-проекту

На початку розроблення стартап-проекту доцільно обґрунтувати цілі етапів його реалізації, що наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Цілі основних етапів реалізації стартап-проекту

Етапи реалізації стартап-проекту	Цілі етапів реалізації стартап-проекту
Початковий етап стартап-проекту	Дослідження потреб та запитів споживачів, суперечностей та технологічних недосконалостей діючих продуктів-аналогів конкурентного середовища
Етап обґрунтування актуальності та новизни інноваційної ідеї	Задоволення нових потреб споживачів, подолання певних суперечностей поточних технологічних процесів, вдосконалення діючих технологій та устаткування тощо
Етап аналізу конкурентного середовища	Виявлення можливих конкурентів-виробників, які виготовляють схоже обладнання або пропонують схожі технології та здійснення порівняльного аналізу техніко-економічних переваг та недоліків реалізації пропонованої ідеї
Етап обґрунтування ресурсного забезпечення проекту	Визначення необхідних матеріальних, трудових, капітальних ресурсів, ключових процесів, технології, обладнання та реалізації проекту в часі і просторі
Етап фінансового забезпечення реалізації проекту	Обґрунтування собівартості та ціни реалізації інноваційної ідеї
Інвестиційний етап реалізації стартап-проекту	Пошук потенційних інвесторів фінансування стартап-проекту
Маркетинговий етап реалізації проекту	Обґрунтування каналів збуту продукту стартап-проекту, залучення потенційних споживачів, формування необхідних сегментів ринку

5.2 Обґрунтування актуальності та новизна інноваційної ідеї стартап-проекту

Актуальність ідеї стартап-проекту полягає у необхідності забезпечення моніторингу та аналізу даних для організації ефективного використання енергетичних ресурсів. Об'єкт дослідження – житлова будівля, тому разом із моніторингом та аналізом енергоспоживання необхідно забезпечити комфортні умови та контроль показників мікроклімату у кімнатах.

Актуальність та новизна інноваційної ідеї стартап-проекту узагальнено у таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Актуальність та новизна інноваційної ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Переваги та вигоди споживача
Ідея полягає у створенні програмного забезпечення для моніторингу та аналізу енергоспоживання та умов мікроклімату у приміщеннях гуртожитку	Енергомоніторинг	Оперативно отримувані дані дають можливість проводити моніторинг енергоспоживання та виявляти аварійні ситуації.
	Аналіз даних	Отримані дані створюють базу даних, що дозволяє формувати різноманітні звіти для аналізу та прийняття рішень, а також здійснювати енергопланування (моделювати та планувати енерговитрати на майбутні періоди).
	Контроль умов мікроклімату у кімнатах	Датчики, встановлені у кімнатах фіксують значення показників мікроклімату, система порівнює їх із нормативними значеннями та видає результат і рекомендацію щодо забезпечення показників на нормативному рівні.

5.3 Аналіз конкурентного середовища

Аналіз техніко-економічних переваг ідеї стартап-проекту у порівнянні з конкурентами наведено у таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Переваги ідеї проекту

№ п/п	Техніко-економічні характеристики ідеї	Стартап проект	«АСЕМ»	«Енергобаланс»
1.	Аналіз даних, представлення даних у табличному/графічному вигляді)	Так	Так	Так
2.	Введення даних в «ручному» режимі	Так	Так	Так
3.	Введення даних в «автоматичному» режимі	Так	Так	Ні
4.	Можливість комерційного обліку	Так	Так	Так
5.	Виявлення аварійних ситуацій в енергосистемах об'єкту	Так	Так	Ні
6.	Врахування показників мікроклімату у кімнатах	Так	Ні	Ні
7.	Аналіз отриманих показників мікроклімату у кімнатах	Так	Ні	Ні
8.	Надання системою рекомендацій щодо зменшення енергоспоживання та забезпечення нормативних значень показників мікроклімату	Так	Ні	Ні

За допомогою SWOT-аналізу визначимо потенційні загрози та можливості реалізації стартап-проекту, а також сильні та слабкі сторони (таблиця 5.4).

Таблиця 5.4 – SWOT-аналіз

S (strength) – Сильні сторони	W (weaknesses) – Слабкі сторони
1. Затребуваність продукту 2. Унікальність продукту 3. Наявність реальних конкурентних переваг ...	1. Висока вартість 2. Відсутність міцної позиції щоб боротися із загрозами ...
O (opportunities) – Можливості	T (threats) – Загрози
1. Розвиток економіки країни 2. Іноземні інвестиції 3. Входження на нові сегменти ринку	1. Нестабільна політична ситуація в країні 2. Велика ймовірність виникнення нових конкурентів 3. Зростання тиску конкурентів ...

5.4 Обґрунтування ресурсного забезпечення проекту

Для реалізації проекту використовуються матеріальні, інтелектуальні та інформаційні ресурси. Обґрунтовані та узагальнені величини необхідних капіталовкладень на реалізацію стартап-проекту наведено в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 – Обґрунтування капіталовкладень на реалізацію проекту

Статті капіталовкладень	Величина, грн.
Прямі матеріальні затрати	533 000
– Витрати комплектуючих виробів	500 000
– витрати палива й енергії	8 000
– витрати на запасні частини	10 000
– інші матеріальні витрати	15 000
Прямі затрати на оплату праці виробничих працівників	7 000
– заробітна плата за ставками і тарифами виробничих працівників	5 000
– премії, заохочення, компенсаційні виплати виробничих працівників	2 000
Соціальні відрахування до Пенсійного фонду – 22% по заробітній платі виробничих працівників	1 100
Вартість основних фондів та нематеріальних активів виробничого призначення	600 000
– початкова вартість задіяних у виробничому процесі основних засобів та необоротних нематеріальних активів (разом із транспортуванням, установкою та демонтажем)	600 000
Інші прямі витрати:	80 000
– витрати на дослідження та розробку інноваційних продуктів	25 000
– витрати на послуги сторонніх підприємств (охорона, реклама оренда тощо)	40 000
– прямі інші витрати	15 000
Всього капіталовкладень на реалізацію проекту	1 221 100

5.5 Ключові види діяльності та ключові партнери

Ключові види діяльності, їх опис та результати наведено в таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 – Ключові види діяльності

Назва діяльності	Опис діяльності	Результат діяльності
Програмне забезпечення	Необхідно розробити програмне забезпечення для моніторингу та аналізу всіх отриманих даних.	Програмний продукт дасть змогу систематизувати дані, отримані від лічильників та датчиків, аналізувати ці дані і видавати інформацію з результатами.
Сервіс	Необхідно забезпечити обслуговування та контроль справності обладнання, що використовуватиметься.	Обслуговування обладнання (лічильники, датчики, монітори для виведення інформації) та програмного забезпечення забезпечать стабільну роботу системи.

Інформацію про ключових партнерів наведено у таблиці 5.7.

Таблиця 5.7 – Інформація про партнерські організації

Інформація	Партнер 1	Партнер 2
Повна офіційна назва організації-партнера	ТОВ «СТЛ-ГРУПП»	«ABTO Software»
Місце розташування	Україна, м. Київ, вул. Вікентія Хвойки, 21, офіс 314	Україна, м. Львів, вул. Героїв УПА, 77
Юридичний статус	Товариство з обмеженою відповідальністю	Приватна компанія
Офіційна адреса	Україна, м. Київ, вул. Вікентія Хвойки, 21, офіс 314	Україна, м. Львів, вул. Героїв УПА, 77
Телефон	+38 044 383-2-383	+38 032 242 33 07
Адреса електронної пошти	epluse@stl-grupp.com	office@abtosoftware.com
Роль та залученість до підготовки цього проекту	Компанія є виробником засобів для вимірювання вологості повітря, температури повітря та вмісту CO ₂ у повітрі.	ІТ-компанія є розробником програмного забезпечення.
Завдання, які покладаються на організацію партнера в реалізації проекту	Забезпечення необхідною продукцією.	Створення програмного забезпечення.

5.6 Фінансове обґрунтування стартап-проекту

5.6.1 Прямі матеріальні витрати

Витрати наведено у таблиці 5.8.

Таблиця 5.8 – Прямі матеріальні витрати

№ п/п	Назва ресурсу	Одиниця вимір.	Ціна	Кількість ресурсу	Потреба, грн
1.	Витрати комплектуючих виробів	грн.	7353	68	500 000
2.	Електроенергія	грн. за квт/год	1,68	4762	8 000
3.	МНМА	-	-	-	25 000
Всього:					533 000

5.6.2 Витрати на оплату праці

Для забезпечення функціонування системи необхідно проводити контроль даних, чим займається енергоменеджер. Оплата праці здійснюється на основі посадових окладів. До фонду оплати праці підприємства крім заробітної плати персоналу входять і нарахування підприємства по заробітній платі до Пенсійного фонду [21].

Фонд оплати праці (ФОП) це – сукупність заробітної плати працівників підприємства разом із соціальними відрахуваннями до пенсійного фонду, який визначається за формулою:

$$\text{ФОП} = \text{ЗП} + \text{Нарахування до Пенсійного фонду, грн} \quad (5.1)$$

ЗП – величина сукупної заробітної плати працівників підприємства, грн

Нарахування до Пенсійного фонду становлять 22%.

Пряма погодинна система оплати праці кількість відпрацьованого працівником часу та обчислюється за формулою:

$$ЗП_{\text{погод}}^{\text{пряма}} = ТС \times t, \text{ грн} \quad (5.2)$$

t – кількість відпрацьованих працівником годин, год,

$ТС$ – тарифна ставка оплати праці, грн/год

Зазначимо, що з 1 січня 2019 року мінімальна заробітна плата в Україні становить 4173 в місяць, тоді мінімальна тарифна ставка оплати праці становитиме:

$$ТС_{\min} = 4173 / (30/7) \times 40 = 25,13, \text{ грн} , \quad (5.3)$$

де 4173 – діюча мінімальна заробітна плата в Україні на 1.01.2019, грн.;

30/7 – кількість робочих днів місяця;

40 – нормативна тривалість робочого тижня, годин.

Таким чином ЗП обчислюємо за формулою (5.2):

$$ЗП_{\text{погод}}^{\text{пряма}} = 50 \times 100 = 5000 \text{ грн.}$$

ФОП розрахуємо за формулою (5.1):

$$ФОП = 5000 + 22\% = 6100 \text{ грн.}$$

Інформація про структуру персоналу та ФОП зведено у таблицю 5.9.

Таблиця 5.9–Структура персоналу та ФОП, тис. грн.

№ П/П	Посада	Форма оплати	Кількість працівників	Заробітна плата (грн.)		
				за місяць	за квартал	за рік
Адміністративно-технічний персонал						
1.	Енергоменеджер	5000	1	5000	15000	60000
Всього				5000	15000	60000
Соціальні відрахування до Пенсійного фонду (22 %)				1100	3300	13200
ФОП				6100	18300	73200

5.6.3 Обґрунтування вартості задіяних основних фондів та амортизаційних відрахувань

Обґрунтування наведені у таблиці 5.10.

Таблиця 5.10 – Обґрунтування вартості амортизаційних відрахувань основних фондів на 2020 рік

Назва об'єкта основних фондів	Кількість, шт	Вартість на почтку року, грн	Річна норма амортизації, %	Амортизації відрахування в поточному році, грн				
				I квартал	II квартал	III квартал	IV квартал	За рік
Обладнання	68	500000	4	5000	5000	5000	5000	20000
МНМА		25000	4	250	250	250	250	1000
Всього				5250	5250	5250	5250	21000

5.6.4 Інші прямі витрати

Обґрунтування прямих інших витрат наведено в таблиці 5.11.

Таблиця 5.11 – Обґрунтування прямих інших витрат

Види послуг	Джерело даних	Вартість послуг, грн.
1. Розробка	Угода	25 000
2. Реклама	Угода	40 000
3. Транспортні витрати	Розрахунки	5 000
всього:		70 000

5.6.5 Загальновиробничі витрати

Таблиця 5.12 – Загальновиробничі витрати

Види послуг	Джерело даних	Вартість послуг, грн.	
		на місяць	на рік
1. Вдосконалення технологій	табл. 5.5	417	5 000
2. Інші витрати	табл. 5.5	417	5 000
всього:		834	10 000

5.6.6 Умовно-змінні витрати

Витрати наведені у таблиці 5.13.

Таблиця 5.13 – Умовно-змінні витрати

Статті витрат	Джерела даних	Витрати (грн.)	
		на 1 од.	на рік
1. Прямі матеріальні витрати	табл.5.8	7838	533 000
3. Транспортні витрати	табл. 5.11	73,5	5 000
всього:		7 911,5	538 000

5.6.7 Умовно-постійні витрати

Витрати наведені у таблиці 5.14.

Таблиця 5.14 – Умовно-постійні витрати

Статті витрат	Джерела даних	Витрати, грн	
		на 1 од.	на рік
1. ФОП адміністративно-технічного персоналу	табл.5.9	89,7	6 100
2. Амортизаційні відрахування	табл. 5.10	308,8	21 000
5.Реклама	табл. 5.11	588,2	40 000
всього:		986,8	67 100

5.6.8 Накладні витрати

Витрати наведені у таблиці 5.15.

Таблиця 5.15 – Розрахунок накладних витрат підприємства

Показники	Джерела даних	На одиницю	На рік
1.Умовно-постійні витрати, тис. грн.	табл. 6.14	986,8	67 100
2.Частка випуску продукції у загальному обсягу виробництва, %	60		
3.Накладні витрати, тис. грн.	стр.1 * стр.2 / 100%	592,08	40 260

5.6.9 Обґрунтування собівартості інноваційної ідеї стартап-проекту

Обґрунтування наведено в таблиці 5.16.

Таблиця 5.16 – Обґрунтування собівартості товару (послуги)

Статті витрат	Джерела даних	Витрати, тис.грн	
		на одиницю	на рік
1. Умовно-змінні витрати	табл. 5.12	7 911,5	538 000
2. Умовно-постійні (накладні) витрати	табл. 5.13	986,8	67 100
3. Собівартість	стр.1+стр.2	8 898,3	605 100

5.7 Обґрунтування рівня рентабельності (прибутковості) інноваційної ідеї

Обґрунтування наведено в таблиці 5.17.

Таблиця 5.17 – Обґрунтування рівня рентабельності товару (послуги)

Статті витрат	Джерело даних	Од. вимір.	Значення показників.
1. Собівартість одиниці продукції	табл. 5.16	грн.	8 898,3
Обсяг виробництва в рік	Прогноз		68
2. Необхідний прибуток	пп.2,1+2,2+2,3+2,4+2,5+ 2,6+2,7	грн.	220 632
2.1. Кредитні засоби та їх обслуговування	Кредитна угода	грн.	50 000
2.2. Засоби ФРВ	Колективна угода	грн.	50 000
2.3. Засоби ФСР	Колективна угода	грн.	25 000
2.4. Засоби ПФ	Колективна угода	грн.	10 000
2.5. Грошові виплати власникам підприємства	Колективна угода	грн.	15 000
2.6. Фінансовий резерв	$(2.1+2.2+2.3+2.4+2.5)*0.05/0.95$	грн.	52 632
2.7. Податок на прибуток	$(2.1+2.2+2.3+2.4+2.5)*0.18$	грн.	18 000
3. Необхідний рівень рентабельності продукції	п.2 / п.1*100%	%	36

5.8 Обґрунтування вартості виробництва інноваційної технології

Відповідно до [20] обґрунтуємо вартість обладнання (технології). Зазначимо, що саме податок на додану вартість (ПДВ), який сплачується всіма суб'єктами господарської діяльності відповідно до розділу 5 Податкового кодексу України перетворює вартість товару (послуги) на його ціну. Величина ПДВ становить 20% доданої вартості товару (послуги) [22]. Визначимо величину ПДВ та ціни техніки (технології). Узагальнимо результати обґрунтування в таблиці 5.18.

Таблиця 5.18 – Обґрунтування вартості та ціни

Статті витрат	Джерело даних	Одиниці вимірювання	Значення показників
1. Собівартість одиниці товару (послуги)	табл. 5.16	грн.	8 898,3
2. Норма рентабельності	табл. 5.17	%	36
3. «Нормальний» питомий прибуток	п.1 * п.2 / 100%	грн.	3 203,4
4. Вартість виробництва одиниці продукції	п.1 + п.3	грн.	12 102
5. ПДВ	п.4*0,2	грн.	2 420,4
6. Відпускна ціна товару (послуги)	п.4+п.5	грн.	14 522

Результат маркетингового дослідження на продукти-аналоги наведено в таблиці 5.19.

Таблиця 5.19 – Порівняльний аналіз ціни з цінами конкурентних товарів

Види ціни	Джерело даних	Одиниці вимірювання	Показники
1. Розрахункова ціна виробництва одиниці продукції з ПДВ	Табл. 5.18	грн.	14 522
2. Ринкові ціни товарів-аналогів на ринку	Маркетингове дослідження ринку		
– Мінімальна		грн.	10 000
– максимальна		грн.	18 000
– середня		грн.	14 000
3. Скоригована ціна реалізації			14 500

5.9 Цільові групи потенційних споживачів

Виявлені цільові групи потенційних споживачів та базові стратегії розвитку наведено у таблицях 5.20 і 5.21.

Таблиця 5.20 – Вибір цільових груп потенційних споживачів

№ п/п	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
1	Житловий фонд	Високий	Слабка	Низька складність
3	Державні установи	Середній	Середня	Середня складність
4	Промисловість	Нижче середнього	Середня	Досить складно
5	Інжиніринг	Слабкий	Відсутній	Малоймовірно

Таблиця 5.21 – Визначення базової стратегії розвитку

Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку
Кілька сегментів	Диференційований маркетинг	Якісне обладнання, адаптивність, постійний зв'язок зі споживачем	Стратегія диференціації

5.10 Канали збуту

Відповідно до [20] канали збуту — це сукупність фірм або окремих осіб, які виконують посередницькі функції щодо фізичного переміщення товарів і перебирають на себе або сприяють переданню права власності на товари на шляху їх просування від виробника до споживача. Потенційними каналами збуту є енергосервісні компанії, що займаються проведенням комплексних енергоаудитів та реалізацією енергозберігаючих заходів. Процес продажу буде включати

переговори, демонстрацію обладнання та технологій. Формування системи збуту наведено в таблиці 5.22.

Таблиця 5.22 – Формування системи збуту.

Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Оптимальна система збуту
Закупівля на основі запропонованих переваг продукту	Стимулювання, встановлення контактів, проведення переговорів	Пряма та традиційна система збуту

5.11 Бізнес-модель проекту

Таблиця 5.23 – Бізнес-модель проекту

Ключові партнери ТОВ «СТЛ-ГРУПП» «АВТО Software»	Ключові види діяльності Програмне забезпечення Сервіс	Цінність пропозиції 1.Широкий споживацький сегмент 2.Цінність пропозиції полягає у забезпеченні споживачів унікальним продуктом, який дозволяє здійснювати автоматичний моніторинг та аналіз даних, що дає змогу економити енергію та кошти.	Взаємовідносини з клієнтами Постійний зв'язок зі споживачами	Споживчі сегменти Житловий фонд Державні установи Промисловість
	Ключові ресурси 1.Матеріальні ресурси (обладнання, витратні матеріали) 2.Інтелектуальні ресурси (створення патентів та ліцензій) 3.Людські ресурси (висококваліфіковані працівники) 4.Фінансові ресурси (власні кошти та залучені інвестиції)		Канали збуту Прямий продаж продукту, реклама в тематичних журналах та газетах, он-лайн реклама, отримання грантів та написання рекламних статей.	
Структура собівартості 1.Витрати разові (капітальні): 533 000 грн 2.Витрати постійні: 986,8 грн/одиночку 3.Витрати змінні: 7 911,5 грн/одиночку			Потоки надходження доходу Дохід від реалізації продукту Сервіс	

Висновки до розділу

У даному розділі оцінено ринкові перспективи впровадження системи моніторингу енергоспоживання та умов мікроклімату у студентському гуртожитку та створено бізнес-модель. Також проведено відповідні розрахунки, що дають можливість оцінити інвестиційну привабливість проекту та зробити висновок про доцільність впровадження технології. За даними, що наведені у розділі можна зробити висновок, що запропонований стартап-проект є досить перспективним і його реалізації є доцільною.

У таблиці 5.18 підводяться підсумки підготовки інноваційного стартапу та узагальнюються основні техніко-економічні показники.

Таблиця 5.18 – Узагальнюючі техніко-економічні показники

Показники	Значення
Річний випуск продукції, од.	68
Капіталовкладення, грн	1 221 100
Собівартість одиниці продукції, грн	8 898,3
Ціна продукту, грн.	14 500
Прибуток, грн.	380 915
Рентабельність, %	36

ВИСНОВКИ

1) У розділі 1 магістерської дисертації наведено загальний опис гуртожитку та проведено аналіз фактичного споживання енергетичних ресурсів. За результатами аналізу зроблено висновок, що значні кошти, які сплачує будівля за енергоресурси та невідповідність умов в приміщеннях нормативним вказують на доцільність впровадження заходів по зменшенню енергоспоживання та забезпечення комфортних умов у кімнатах.

2) У розділі 2 магістерської дисертації було проведено дослідження існуючих енергетичних систем будівлі, за результатами яких існуючі огорожувальні конструкції не відповідають нормативним вимогам. Для забезпечення необхідного опору теплопередачі рекомендується провести утеплення конструкцій та заміну вікон на енергоефективні. Зважаючи настан та значний термін експлуатації інженерних мереж будівлі, рекомендується провести модернізацію системи теплопостачання шляхом впровадження енергоефективних заходів (балансування системи опалення. Проаналізувавши вплив впровадження заходів з енергозбереження на систему електропостачання будівлі визначено, що система не потребує модернізації.

3) У 3 розділі магістерської дисертації наведено теплотехнічний розрахунок після запровадження заходів з енергозбереження та виконання прогнозування споживання енергії розрахунковим методом. У програмному середовищі DesignBuilder створено модель житлової будівлі та розраховано енергоспоживання до та після впровадження заходів.

4) У 4 розділі наведено рекомендації щодо впровадження системи енергетичного менеджменту на об'єкті. Особливу увагу було приділено параметрам мікроклімату та дистанційного обліку енергоносіїв. Запропоновано впровадження системи АСЕМ, що включає в себе загальний моніторинг умов мікроклімату, а також обладнання вузлів обліку, засобами телеметрії, що дозволить правильно аналізувати споживання енергії будівлею. Здійснення енергомоніторингу дає

можливість контролювати споживання енергоресурсів, проводити аналіз даних та приймати ефективні рішення щодо управління енергоспоживанням.

5) У 5 розділі наведено опис запропонованого стартап-проекту, що полягає у впровадженні системи моніторингу енергоспоживання та умов мікроклімату у житловій будівлі. Провівши відповідні розрахунки, визначено ринкові перспективи проекту, його інвестиційну привабливість та доцільність впровадження.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6–31:2016 (на заміну ДБН В.2.6-31:2006 (зі змінами від 1 липня 2013 р.)). – [Чинні від 2017–05–01] // Мінрегіон України. – К.: Укрархбудінформ, 2017. – 65 с. – (Державні будівельні норми України).
2. Енергетичні системи та комплекси. Системи виробництва та розподілу енергії: Визначення теплового навантаження будівель та вибір системи теплопостачання: навчальний посібник / В.В.Дубровська, В.І Шкляр. – К.: НТУУ «КПІ», 2010. – 112 с.
3. Будівельна кліматологія: ДСТУ-Н Б В.1.1–27:2010. – [Чинні від 2011-11-01] // Мінрегіонбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2011. – 123 с. – (Національний стандарт України).
4. Теплові мережі. Навчальний посібник / Н. Д. Степанова, Д. В. Степанов. – Вінниця: ВНТУ, 2009. – 135 с.
5. Назаренко А. О. СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ТЕПЛОСПОЖИВАННЯМ БУДІВЕЛЬ З КОМБІНОВАНИМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯМ І ВИКОРИСТАННЯМ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ: дис.канд.техн.наук: 05.14.01 / Назаренко Андрій Олегович – Київ, 2016. – 181 с.
6. ТОВ YASNO "Київські енергетичні послуги" [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://wiki.1551.gov.ua/pages/viewpage.action?pageId=45875907>.
7. Тарифи на електроенергію [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://kyiv.yasno.com.ua/b2c-tariffs>.
8. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення: ДБН В.2.5-23-2010. – [Чинні від 2010–10–01] // Мінрегіонбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2010. – 103 с. – (Державні будівельні норми України).
9. Закон України «Про альтернативні джерела енергії» від 20 лютого 2003 року №555// Відомості Верховної Ради України. – Офіц. Вид. – К. –2003. – (Бібліотека офіційних видань).
10. Бабак В.П. Автоматизація регулювання теплоспоживання об'єктів ЖКГ // Модернізація ЖКГ на засадах державно-приватного партнерства: Матеріали Міжнародної НТК (11-12 вересня 2012 р.). – Запоріжжя, 2012. – С. 25–34.

11. Fumo N., Mago P., Luck R. Methodology to estimate building energy consumption using EnergyPlus Benchmark Models. *Energy and Buildings*. 2010. Vol. 42. P. 2331–2337.
12. Andelkovic A. S., Mujan I., Daki S. Experimental validation of a EnergyPlus model: Application of a multi-storey naturally ventilated double skin facade. *Energy and Buildings*. 2016. Vol. 118. P. 27–36.
13. Офіційний сайт DesignBuilder Software Ltd. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://designbuilder.co.uk/>
14. Закон України «Про енергозбереження» від 01.07.1994 № 74/94-ВР // Відомості Верховної Ради України. – Офіц. Вид. – К. –1994. – (Бібліотека офіційних видань).
15. Закон України «Про теплопостачання» від 2 червня 2005 року №2633// Відомості Верховної Ради України. – Офіц. Вид. – К. –2005. – (Бібліотека офіційних видань)
16. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6–31:2006. – [Чинні від 2007–04–01] // Мінбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2006. – 65 с. – (Державні будівельні норми України).
17. Енергозбереження. Системи енергетичного менеджменту. Вимоги та настанови щодо застосування. (ISO 50001:2011, IDT) (ISO 50001:2011(E) «Energy management systems — Requirements with guidance for use»). ДСТУ ISO 50001:2014. – [Чинний від 2015-01-01] // Мінекономрозвитку України. – К.: Мінекономрозвитку України, 2015. – 27 с. – (Національний стандарт України).
18. Посібник з муніципального енергетичного менеджменту / Є.М.Іншеков, Є.Є.Нікітін, М.В.Тарновский, А.В.Чернявський. – К.:2014. – 247 с.
19. Інструкція з користування АСЕМ [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://asem.com.ua/asem/static/docs/instruction.pdf>.
20. Стартап-проект: Рекомендації до виконання розділу магістерської дисертації «Розроблення стартап-проекту»: [Електронний ресурс]: навч. посібник / П.В Круш, Н.А. Шевчук, О.І. Андрусь / КПІ ім. Ігоря Сікорського. –Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 50 с.
21. Економіка підприємства: Книга 1. [підручник для студентів вищих навч. закладів]; за заг.ред. П.В. Круша, К.В. Шелехова. – К.: ДП «НВЦ Пріоритети», 2014. -676 с.
22. Податковий кодекс України. Закон № 2755-VI від 02.12.2010 «Голос України» № 229-230 від 04. 12. 2010.

